

**EFFECTO REHIDRATANTE DE LA CERVEZA SIN
ALCOHOL DURANTE UN EJERCICIO AERÓBICO DE
MODERADA INTENSIDAD BAJO CONDICIONES
ESTIVALES RECREADAS DE TEMPERATURA Y
HUMEDAD, EN SUJETOS SANOS Y ENTRENADOS**

**SEMINARIO DE TÍTULO PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN
KINESIOLOGÍA**

**Autores: Anuschka Geraldo Sepúlveda
Juan Pablo Gómez García**

**Tutor: Andrés Orellana Uribe Klgo. PhD
Carrera de Kinesiología
Facultad de Medicina
Universidad de Valparaíso**

A la memoria de Alfonso Gómez Lewin

Agradecemos a los profesores que nos guiaron y ofrecieron sus conocimientos en pos del desarrollo de esta investigación. A nuestra familia y amigos que nos apoyaron y nos brindaron su ayuda. Y especialmente, a las autoridades y soldados conscriptos del Regimiento de Infantería N° 2 Maipo por su interés y compromiso con el estudio.

ÍNDICE

1. ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS.....	vii
2. ABREVIATURAS.....	ix
3. ABSTRACT.....	x
4. RESUMEN.....	xi
5. INTRODUCCIÓN.....	1
6. MARCO TEÓRICO.....	3
6.1 El ejercicio como necesidad y como fuente de placer.....	3
6.2 El ejercicio como fuente de calor.....	3
6.3 Mecanismo de pérdida de calor.....	4
6.4 La evaporación de agua como principal mecanismo de pérdida de calor.....	6
6.5 El agua corporal y su equilibrio.....	7
6.6 La sed como limitado mecanismo de compensación.....	8
6.7 Sudor y producción de éste.....	9
6.8 Composición del sudor.....	12
6.9 Factores que influyen la composición del sudor.....	13
6.10 Ejercicio y deshidratación.....	15

6.11	Deshidratación y rendimiento físico.....	18
6.12	Medida del estado de hidratación.....	21
6.13	Peso corporal como medida del estado de hidratación.....	22
6.14	Bebidas de reposición.....	24
6.15	Reposición de fluidos durante el ejercicio.....	28
6.16	Función gastrointestinal y ejercicio físico.....	32
6.17	Cerveza y práctica deportiva.....	38
7.	HIPÓTESIS.....	43
8.	OBJETIVOS.....	44
9.	MATERIALES Y MÉTODO.....	47
9.1	Materiales.....	47
9.2	Método.....	49
9.2.1	Sujetos.....	49
9.2.2	Diseño experimental.....	57
9.2.2.1	Pre ejercicio.....	59
9.2.2.2	Durante el ejercicio.....	61
9.2.2.3	Post ejercicio.....	64
9.2.3	Análisis estadístico.....	65
10.	RESULTADOS.....	67

11. DISCUSIÓN.....	73
12. CONCLUSIÓN.....	81
13. BIBLIOGRAFÍA.....	83
14. ANEXOS.....	96
Anexo 1.....	96
Anexo 2.....	97
Anexo 3.....	101
Anexo 4.....	101
Anexo 5.....	102
Anexo 6.....	102

1. ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición mineral del sudor, plasma y medio intracelular.....	12
Tabla 2. Estimación de tasas de sudoración (l/h) en sujetos de distinto peso que corren, en diferentes condiciones de temperatura ambiente, a las velocidades que se indican.....	30
Tabla 3. Modificaciones fisiológicas de la función digestiva con el ejercicio.....	34
Tabla 4. Indicaciones para la suspensión y criterios de finalización para la prueba.....	52
Tabla 5. Parámetros obtenidos por los sujetos preseleccionados.....	53
Tabla 6. Información nutricional de las bebidas en estudio.....	58
Tabla 7. Calendarización del diseño experimental.....	59
Tabla 8. Programación diaria del protocolo de estudio.....	61
Tabla 9. Frecuencias cardiacas correspondientes al 70%VO ₂ máx.....	63
Tabla 10. Variables hidrominerales y energética en rehidratación con cerveza sin alcohol.....	68

Tabla 11. Variables hidrominerales y energética posterior a la rehidratación con cerveza sin alcohol y bebida deportiva.....	70
Tabla 12. Análisis temporal de la percepción subjetiva de esfuerzo y sed.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Test de Bruce.....	51
Figura 2. Algoritmo de selección de la muestra.....	56
Figura 3. Protocolo general del estudio.....	59
Figura 4. a) Sujeto realizando la prueba de esfuerzo en tapiz, b) Rehidratación con cerveza sin alcohol.....	64

2. ABREVIATURAS

ACSM: *AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE.*

BD: BEBIDA DEPORTIVA.

CCU: COMPAÑÍA DE CERVECERÍAS UNIDAS.

CSA: CERVEZA SIN ALCOHOL.

FC: FRECUENCIA CARDIACA.

FC_{máx}: FRECUENCIA CARDIACA MÁXIMA.

IMC: ÍNDICE DE MASA CORPORAL.

IND: INSTITUTO NACIONAL DEL DEPORTE.

OMS: ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD.

SEDCA: SOCIEDAD ESPAÑOLA DE DIETÉTICA Y CIENCIAS DE LA ALIMENTACION.

VO_{2máx}: CONSUMO DE OXÍGENO MÁXIMO.

3. ABSTRACT

Objective: *To study the effectiveness of alcohol-free beer in comparison with a isotonic sports drink in maintaining energy and hydromineral metabolism during a moderate-intensity aerobic exercise in recreated summer conditions of temperature and humidity in young, healthy and trained subjects in 2012.*

Materials and methods: *Quasi-experimental study within-subjects, design with a non-randomized sample, consisted in 10 healthy and trained male subjects, aged between 18 and 23 belonging to the Maipo Regiment No.2, they underwent a rehydration protocol with alcohol-free beer and isotonic sports drink during moderate intensity exercise in recreated summer conditions of temperature and humidity. For each of these tests, the hydromineral and energy variables were analyzed before and after exercise. The subjective perception of exertion with the Borg scale and the subjective perception of thirst were assessed during the exercise.*

Results: *The comparison of the means of the energy and hydromineral variables before and after rehydration with alcohol-free beer, showed a statistically significant decrease in body weight and plasma potassium concentration, while, glucose variable showed a significant increase. The analysis of sodium and chloride variables, showed no significant difference. The comparisons of the means of the hydromineral and energy variables after both drinks rehydration, showed a no statistically significant difference. Similar results were found for the variables related to the subjective perception of exertion with the Borg scale and the subjective perception of thirst.*

Conclusion: *The alcohol-free beer proved as effective as an isotonic sports drink for rehydration during moderate-intensity aerobic exercise in young healthy and trained subjects.*

Keywords: *Rehydration, physical exercise, alcohol-free beer, sports drink.*

4. RESUMEN

Objetivo: Estudiar la efectividad de la cerveza sin alcohol de forma comparativa con una bebida deportiva isotónica en la mantención del metabolismo hidromineral y energético durante un ejercicio aeróbico de moderada intensidad bajo condiciones estivales recreadas de temperatura y humedad en sujetos jóvenes, sanos y entrenados, durante el año 2012.

Materiales y Método: El presente estudio corresponde a un diseño cuasi-experimental, con una muestra no probabilística, intra-sujeto, conformada por 10 sujetos varones sanos y entrenados, con edades entre los 18 y 23 años pertenecientes al regimiento N°2 de Maipo, los cuales fueron sometidos a un protocolo de rehidratación con cerveza sin alcohol y bebida deportiva durante un ejercicio de moderada intensidad y condiciones estivales recreadas de temperatura y humedad. Para cada prueba, fueron analizadas las variables hidrominerales y energética previo y posterior al ejercicio, y las variables percepción subjetiva de esfuerzo de Borg y sed durante la realización del ejercicio.

Resultados: La comparación de las medias de las variables hidrominerales y energética en un periodo previo y posterior a la rehidratación con cerveza sin alcohol, presentó una disminución estadísticamente significativa en el peso corporal y concentración de potasio plasmático, mientras que, en la variable glucosa se observa un aumento significativo en su valor, el análisis de las variables sodio y cloro, no presentó diferencia significativa, al igual que la bebida deportiva. La comparación entre las variables posterior a la rehidratación con ambas bebidas, no muestra diferencias estadísticamente significativas. De igual forma para las variables percepción subjetiva de esfuerzo de Borg y percepción subjetiva de sed.

Conclusión: La cerveza sin alcohol demostró ser tan efectiva como una bebida deportiva isotónica para la rehidratación, durante el ejercicio aeróbico de moderada intensidad en sujetos jóvenes sanos y entrenados.

Palabras claves: rehidratación, ejercicio físico, cerveza sin alcohol, bebida deportiva

5. INTRODUCCIÓN

Cada vez existen más personas de todas las edades que se interesan por realizar actividad física en Chile, ya sea por el propio placer que conlleva o la recompensa personal que se deriva de su práctica. Así lo demuestra La Encuesta Nacional de Hábitos de Actividad Física y Deportes 2012 realizado por Instituto Nacional del Deporte (IND), la cual señaló que desde el año 2009 a la fecha, existen cerca de 500 mil nuevos deportistas. Los resultados de esta encuesta, arrojaron también, que el running se consolidó como una de las disciplinas deportivas preferidas en el país después del fútbol, con un 14,7% de las preferencias. Estas cifras se ven incrementadas en épocas estivales, en donde el ejercicio físico se realiza preferentemente en espacios abiertos, y muchas veces enfrentando a los deportistas a un clima hostil que acelera la tasa de sudoración que acompaña al ejercicio físico (Sawka y cols., 2007).

Frente a esta situación, el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) señala que, tener un buen plan de hidratación es posiblemente uno de los cuidados nutricionales de mayor impacto que podamos llevar a cabo

para garantizar, no solo que los sujetos tengan un buen desempeño durante el ejercicio, sino que también, eviten posibles lesiones y riesgos tan graves como el desvanecimiento por golpe de calor.

Estudios recientes destacan la similitud que posee la cerveza, en cuanto a sus componentes nutricionales, con aquellas bebidas formuladas para restablecer eficazmente el metabolismo hidromineral y energético de los deportistas. Por lo tanto, cabe plantearse la posibilidad de que la cerveza sin alcohol sea una bebida nutritiva idónea para la mantención del metabolismo de los deportistas y eventualmente, una innovadora opción a la hora de escoger una bebida que rehidrate y al mismo tiempo mejore el desempeño físico-deportivo (Jimenez y cols., 2009).

El presente estudio fue realizado en el laboratorio de fisiología del ejercicio en las dependencias de la Carrera de Kinesiología, Facultad de Medicina, Universidad de Valparaíso, gracias a la colaboración de 10 soldados conscriptos de edades entre 18 y 21 años, pertenecientes al Regimiento de Infantería N° 2 Maipo de Valparaíso, durante el año 2012.

6. MARCO TEÓRICO

6.1 El ejercicio como necesidad y como fuente de placer

Las personas realizan ejercicio por muy diversos motivos y en condiciones muy variadas. El ejercicio físico y el buen estado de forma desempeñan constantemente un papel relevante en términos de sobrevivencia y evolución. Pero la realización de ejercicio no es sólo una necesidad fisiológica, es también un determinante de bienestar y una fuente de placer. En este caso, la recompensa no es lo que se consigue como consecuencia de la realización de ejercicio sino su práctica en sí (Jiménez y cols., 2009).

6.2 El ejercicio como fuente de calor

El ejercicio, conlleva un mayor o menor grado de contracción muscular que puede ser más o menos intensa, más o menos duradera o implicar una mayor o menor cantidad de masa muscular. Con la contracción muscular se genera calor y con ello la necesidad de poner en marcha ajustes fisiológicos que transfieran ese calor hacia el exterior. Estos

mecanismos van a evitar la sobrecarga y el agotamiento que genera el exceso de calor, evitando poner en peligro la salud (McArdle y cols., 2004). Por otra parte, la realización de ejercicio se puede desarrollar en una amplia gama de condiciones medio ambientales y personales, que pueden influir en la cantidad de calor que se genera y en la forma en la que intentamos liberarnos de él (López & Fernández, 2006).

6.3 Mecanismo de pérdida de calor

La eficiencia energética de la actividad física suele ser baja, sólo un 20% de la energía consumida por el músculo se transforma en energía mecánica. El resto, un 80%, se libera en forma de calor y tiene que ser disipada para mantener la temperatura corporal interna estable en torno a 37°C (Sparling & Millard-Stafford, 1999). Dos son los principales mecanismos que se ponen en marcha para perder calor: vasodilatación cutánea y evaporación de agua (Péronnet y cols., 1991; McArdle y cols., 2004; Wilmore & Costill, 2004).

La vasodilatación cutánea favorece la transferencia de calor desde la sangre hacia el exterior a través de la piel. Este mecanismo no sólo consigue que se pierda calor de forma global (de todo el cuerpo), sino que favorece una mayor pérdida de aquellas zonas que más calientes se encuentren en ese momento, es decir, los músculos activos. La explicación es simple: esos músculos presentan mayor vasodilatación y por tanto transfieren más calor a la sangre, del que reciben. Esa sangre va a la piel y allí se libera del calor que ha adquirido. La piel actúa pues como un radiador para los músculos activos (López & Fernández, 2006).

La pérdida de calor a través de la piel se produce por conducción (calor que elimina la piel en contacto con el aire o el agua), por convección (se transfiere más calor si el aire o el agua en contacto con la piel se renuevan rápidamente), y por radiación (emisión del calor al medio). Para que estos mecanismos sean efectivos, es necesario que la temperatura exterior sea inferior a la temperatura corporal, exista una menor exposición al sol y un menor aislamiento para así favorecer esa pérdida (Wilmore & Costill, 2004).

6.4 La evaporación de agua como principal mecanismo de pérdida de calor

La evaporación de agua es el mecanismo más importante de pérdida de calor que tiene el organismo humano y se produce a dos niveles. El primero y principal es la evaporación de sudor a nivel de la piel. El segundo es la evaporación de agua a nivel de las mucosas respiratorias (Gagnon y cols., 2012).

Conforme la temperatura corporal interna se eleva, la tasa de evaporación también aumenta. Este mecanismo de pérdida por evaporación está fundamentalmente diseñado para perder el calor generado por el cuerpo (Gagnon y cols., 2012). La evaporación también se ve influida por otra serie de circunstancias. Así, cuando la tasa de humedad ambiental y la presión atmosférica son bajas se facilita la evaporación. Lo mismo sucede cuando el aire en contacto con la piel es continuamente renovado. Por el contrario, cuando la humedad es alta o el aire en contacto con la piel no se renueva se dificulta la evaporación y se tiene la sensación de que el nivel de sudoración es mayor, aunque en realidad lo que ocurre es que se evapora menos. Por lo tanto, debido a la menor evaporación se pierde menos calor

y, para compensar, también aumenta la tasa de sudoración (Wilmore & Costill, 2004).

6.5 El agua corporal y su equilibrio

El contenido medio de agua en el cuerpo humano está en torno al 60%. En consecuencia, la cantidad de agua que posee una persona de unos 70 kg es de unos 40-45 l. En cualquier momento, esta cantidad es el resultado del balance hídrico, es decir el equilibrio entre los ingresos de agua y su pérdida. En promedio, la cantidad de líquido que bebemos al día está en torno a los 2-2,5 l. Una parte importante de esa cantidad no corresponde a la ingesta de agua como tal sino que se trata de bebidas que tienen un alto contenido hídrico y que se prefieren por su sabor, temperatura o composición (Jiménez y cols., 2009).

En cuanto a las pérdidas de agua, la vía por la que se pierde varía en función de la persona, la actividad que realiza, sus circunstancias personales y el medio ambiente en el que se mueve (López & Fernández, 2006). Aunque es importante considerar que las pérdidas por evaporación

(sudor, respiración) son obligadas, y la pérdida por orina (y heces) se ajusta en consecuencia. Es decir, si se pierde mucho por el sudor, se orina menos. También las heces se compactan por la mayor absorción de agua que se produce a nivel del colon (Jiménez y cols., 2009).

El riñón es pues el órgano que ajusta la pérdida de agua por la orina para intentar mantener el balance hídrico. Si el sujeto ingiere una elevada cantidad de líquidos de manera voluntaria (por ejemplo, con el objeto de prevenir la deshidratación), se puede encontrar con la situación contraria, es decir, la incapacidad del riñón para eliminar el exceso y, en consecuencia, provocar un estado de hiperhidratación (Makranz y cols., 2012).

6.6 La sed como limitado mecanismo de compensación

El mecanismo de la sed es poco sensible, de manera que un sujeto puede llegar a deshidratarse profundamente antes de que aparezca la sensación de sed (Mora & Terrados, 2004). Los estudios llevados a cabo por la Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación

(SEDCA) señalan que al beber la sensación de sed desaparece antes que el líquido ingerido llegue al estómago y recupere el volumen de sangre perdido. Por lo tanto, la sed no es un indicador fiable de las necesidades de líquidos durante la práctica del ejercicio, especialmente si éste se desarrolla en ambiente caluroso (Jiménez y cols., 2009).

Con la ingesta de líquido, el objetivo primordial que se persigue es reponer las pérdidas hídricas. Además, la menor temperatura que suele tener la propia bebida contribuye a rebajar la temperatura corporal (Jiménez y cols., 2009).

6.7 Sudor y producción de éste

La regulación de la temperatura corporal prevalece sobre la regulación del metabolismo hídrico. Por tanto, la producción de sudor, que es fundamentalmente agua, prima sobre el equilibrio hídrico. Para una actividad física aeróbica de moderada intensidad, la tasa de producción de sudor está en torno a 1 l/h, pudiendo llegar hasta los 4-5 l/h con ejercicios más intensos realizados en condiciones de elevada temperatura y humedad

ambiental (Sawka y cols., 2007). Dado el riesgo que esas pérdidas de agua suponen, el ACSM indica que deben ser rápidamente compensadas con la administración de líquidos que, por distintos motivos, resulten agradables al paladar.

Entre los factores que influyen sobre el nivel de sudoración en respuesta a una determinada actividad, se encuentran: la duración e intensidad del ejercicio, las condiciones medioambientales, tales como, la temperatura, el grado de humedad, la presión atmosférica y la exposición al sol o al viento, por citar las más importantes. Además, se deben considerar las características individuales, tales como la edad, el peso, cantidad de grasa corporal, predisposición genética, eficiencia energética, nivel de aclimatación al calor y vestimenta que usa la persona. En consecuencia, las pérdidas sudorales van a ser muy diferentes entre individuos y entre actividades, incluso cuando exista similitud entre unos y otros (Sawka y cols., 2007).

Por otra parte, se ha estudiado que para distintas actividades deportivas realizadas en verano la ingesta voluntaria de líquidos suelen ser inferior a

las pérdidas. En general, la mayoría de los corredores beben menos 500 ml de líquido por hora cuando su ritmo de sudoración habitual es de 1000-1500 ml/h (Noakes, 1993), pudiendo incluso ser mayor a elevadas temperaturas (Sawka y cols., 2007).

El entrenamiento aeróbico y principalmente la aclimatación al calor aumenta la capacidad del individuo para producir sudor, el cual si se evapora, extraería del cuerpo importantes cantidades de calor, además de mantener esta producción de sudor por más tiempo (Sawka y cols, 1996; Sawka & Young, 2005). Por el contrario, una piel húmeda y la deshidratación disminuyen la tasa de producción de sudor (Sawka y cols, 1996). Cabe destacar, que no todo el sudor producido es eficiente para liberar de calor al cuerpo. Tan sólo el que se evapora lo es. Cuando la humedad es muy alta y/o existe un bajo contacto del aire con la piel, la evaporación es menor. Para compensar la menor pérdida de calor, el organismo aumenta la tasa de producción de sudor y éste empieza a gotear, contribuyendo, en consecuencia, a la deshidratación (Gagnon y cols., 2012).

6.8 Composición del sudor

El sudor es un transudado del plasma, si bien intervienen la mayoría de los componentes plasmáticos, el sudor es hipotónico comparado con los demás líquidos corporales estando compuesto por agua en su mayor parte (99%) además de contener cierta cantidad de electrolitos y sales minerales (SEDCA, 2006; Jiménez y cols., 2009).

Tabla 1. Composición mineral del sudor, plasma y medio intracelular (masa celular) expresada en mEq/l. (Jiménez y cols., 2009).

	Sodio	Potasio	Cloro	Magnesio
Sudor	20-80	5-25	10-70	1-4
Plasma	135-145	3.5-5	100-110	1.5-2
Masa celular	10	148	2	30-40

Como se aprecia, cloro y sodio son importantes componentes del sudor, aunque en términos relativos al plasma, potasio y magnesio (principales iones intracelulares), se encuentran en mayor proporción. La concentración de sodio en sudor está en torno a 30-40 mEq/l, con un rango de normalidad entre 20 y 80 mEq/l. La cantidad individual varía en función

de la tasa de producción, las características genéticas del sujeto, la dieta y su grado de aclimatización al calor (Sawka y cols, 2007). En cualquier caso, esta concentración es muy inferior a la que presenta el plasma. Así, el potasio puede alcanzar en sudor una concentración de 25 mEq/l mientras que la concentración en plasma no supera los 5 mEq/l. Respecto a otros componentes del plasma con interés para el metabolismo, la glucosa, tiene en el sudor una concentración muy baja, unos 10 mg/dl, siendo la concentración en plasma de unos 90 mg/dl. En cualquier caso, al perder sudor se pierde fundamentalmente agua y al ser el sudor hipotónico con respecto al plasma, la pérdida de electrolitos es menor que la pérdida de agua (Wald & Leshem, 2003; SEDCA, 2006; Sawka y cols., 2007). Lo que interesa primariamente es pues, la reposición hídrica (Jiménez y cols., 2009).

6.9 Factores que influyen la composición del sudor

La tasa de producción de sudor afecta su composición mineral. Así, cuando la tasa de producción de sudor es baja (menor al 2% del peso corporal), su concentración de electrolitos es también baja debido a que el

sudor retenido en las glándulas sudoríparas sufre una mayor reabsorción. Por el contrario, cuando la tasa de sudoración es profusa hay poco tiempo para que se produzca esa reabsorción y la pérdida de los mismos aumenta (Sawka y cols, 2007). La concentración de electrolitos por el sudor no parece verse influenciada por el sexo, estado madurativo o la edad (Sawka y cols., 2007).

Los sujetos aclimatados al calor y a la humedad presentan menor concentración de electrolitos (incluso reducciones superiores al 50%) para cualquier tasa de producción de sudor (Sawka y cols, 2007). La concentración de sodio en el sudor de una persona aclimatada puede estar en torno a los 10-15 mEq/l, mientras que en las mismas circunstancias para una persona no aclimatada puede estar en torno a los 50 mEq/l o más. Aunque en esto influye no sólo el grado de aclimatación sino también la intensidad del esfuerzo, el nivel de hidratación que se posea, el tipo de alimentación y la propia ingesta de sales minerales (Maughan & Noakes, 1991; Bergeron y cols., 1995). La menor pérdida de electrolitos en las personas aclimatadas, se debe a la mayor eficiencia de reabsorción en los túbulos de las glándulas sudoríparas. Esto es un efecto de la mayor

secreción de aldosterona, una hormona cuya principal función es la de hacer que se pierda menos sodio. Cuando existe disminución de la volemia (por ejemplo, por deshidratación) se secreta aldosterona que no sólo retiene sodio a todos los niveles posibles, sino que también, hace que se pierda potasio, por tanto hay interés en compensar la pérdida de este último (Stachenfeld, 1996).

6.10 Ejercicio y deshidratación

La deshidratación consiste en la pérdida de agua por sudoración durante la práctica de ejercicio sin reposición de fluidos o cuando la reposición no compensa las pérdidas sufridas (Cheung y cols., 2000). Durante la práctica de ejercicio prolongado en ambiente caluroso se pierden líquidos y electrolitos, principalmente sodio, potasio y cloro por el sudor que son precisos reponer, además de acelerarse el vaciado de los depósitos de glucógeno. En cualquier caso el déficit de agua no se acompaña de una pérdida proporcional de electrolitos (Wald & Leshem, 2003; Williams y cols., 2003; Sawka y cols., 2007).

La pérdida de agua ocasiona disminución del peso corporal, dichas pérdidas se suelen expresar en términos de porcentaje. Cuando los niveles de pérdida de peso corporal superan el 2%, pueden considerarse indicativos de deshidratación (Montain, 2008; Sawka y cols., 2007; Palacios y cols., 2008). Para una persona de 70 kg, una pérdida de 2 kg de peso, se corresponde con un nivel de deshidratación del 3%. En estas circunstancias, la persona percibe ya cierto nivel de alteración funcional con dificultad para continuar con la actividad que está realizando. Con un nivel de deshidratación del 7% la persona ya presenta alucinaciones. Con pérdidas en torno al 10%, resulta una situación extremadamente peligrosa, con riesgo evidente de golpe de calor y desfallecimiento (Gisolfi & Duchman, 1992).

La deshidratación se asocia con una disminución de la estabilidad cardiovascular, alteración de la presión intracraneal y reducción de la adaptación del flujo sanguíneo a cambios ortostáticos, lo que puede ocasionar desvanecimiento o mareo. Como consecuencia del aumento de la temperatura corporal, se produce vasodilatación cutánea lo cual hace que disminuya la sangre que vuelve al corazón. Para compensarlo, se produce

aumento de la frecuencia cardiaca que se suma a la que determina el ejercicio. Si a esto se añade que, como consecuencia de las pérdidas sudorales, disminuye el volumen plasmático, tenemos un tercer mecanismo que determina aumento de la frecuencia cardiaca y que no necesariamente se acompaña de aumento de la tensión arterial. Por otra parte, la deshidratación ligada a la pérdida sudoral se agrava por la existencia de vómitos ocasionados por el sobreesfuerzo (López & Fernández, 2006; Jimenez y cols., 2009).

Cabe decir, que el inconveniente más importante de la deshidratación es la pérdida de la capacidad del organismo para disipar calor lo que tiene como consecuencia un aumento importante de la temperatura corporal pudiendo llegar a desembocar en golpe de calor (Epstein y cols., 1999; Manore & Thompson, 2000). El golpe de calor es una emergencia médica y causa tratable de fracaso multiorgánico con una tasa de mortalidad que puede llegar a ser de un 70% (Piñeiro y cols., 2004).

6.11 Deshidratación y rendimiento físico

Niveles de deshidratación por encima del 2% del peso corporal disminuyen el rendimiento físico en actividades de carácter aeróbico, y el grado de sobrecarga fisiológica que supone el ejercicio, aumenta conforme lo hace el grado de deshidratación (Montain, 2008; Sawka y cols., 2007; Palacios y cols., 2008). Esto se traduce en un aumento de la temperatura corporal interna y sensación subjetiva de mayor esfuerzo. Por otra parte, la tolerancia al calor es menor cuando las pérdidas hídricas han sido importantes. De hecho, la tasa de producción de sudor es menor en los sujetos deshidratados y, con ello, se dificulta una adecuada termorregulación (González-Alonso y cols., 2000).

Factores fisiológicos individuales que contribuyen a disminuir el rendimiento en pruebas de carácter aeróbico, y que se suman al efecto de la deshidratación, incluyen el aumento de la temperatura interna, aumento del estrés cardiovascular, utilización de glucógeno, alteraciones de índole metabólica y alteración de la función psicocinética. La situación de relativa hipertermia en la que se encuentra el sujeto, determina un estado de

hiperactivación metabólica que conlleva un aumento añadido en la utilización de las reservas de glucógeno, lo que facilita la aparición de fatiga de manera prematura. Estos factores, aunque son independientes entre sí, interactúan unos con otros potenciando su efecto deletéreo (McArdle y cols., 2004; López & Fernández, 2006).

Una consecuencia bien conocida de la práctica de actividad física o deportiva en ambiente caluroso es la aparición de calambres musculares que se asocian a la deshidratación, déficit de electrolitos y/o fatiga muscular. Se ha comprobado que las personas susceptibles a padecer calambres musculares también suelen sudar de manera profusa, presentando importantes pérdidas electrolíticas (Bergeron, 2003), sin embargo no se han podido claramente constatar estas diferencias en los niveles plasmáticos de electrolitos (Sulzer y cols., 2005). En este sentido, cobra particular relevancia el descenso de los niveles de potasio que rápidamente se reflejan en una mayor susceptibilidad a la despolarización celular y consiguiente hiperexcitabilidad (Guyton & Hall, 2006).

Se ha demostrado que con niveles de deshidratación sobre el 2% del peso corporal se producen deterioros en tareas visomotoras, psicomotoras, memoria a corto plazo y rendimiento cognitivo (Grandjean, 2007; Lieberman, 2007; Maughan y cols., 2007; Tomporowski, 2003). Aunque el ejercicio puede tener un efecto favorecedor sobre las funciones cognitivas (Brisswalter y cols., 2002; Tomporowski y cols., 2007), dicho efecto positivo puede desaparecer a medida que aumenta la duración del ejercicio (Grego y cols., 2005). De hecho, deshidratación, hipertermia y agotamiento de reservas glucogénicas afectan negativamente el rendimiento no sólo físico, sino también psicocognitivo (Armstrong & Epstein, 1999; Downey & Seagrave, 2000).

Una buena condición física, medida en términos de capacidad aeróbica, determina una mejor tolerancia al calor y menor nivel de deshidratación en respuesta al ejercicio. La mejora de la condición física por medio de un entrenamiento adecuado aumenta la tolerancia al calor y hace que el aumento de la temperatura interna en respuesta al ejercicio sea también menor (Cheung y cols., 2000).

6.12 Medida del estado de hidratación

El estado de hidratación es el reflejo de la cantidad total de agua que contiene el organismo. El agua corporal total representa el 60% de la masa corporal, con un margen que oscila entre el 45 y el 75% (Guyton & Hall, 2006). Aunque estas diferencias cabe atribuir las más a variaciones en la composición corporal que al propio contenido hídrico de los tejidos, que se mantiene bastante estable. Así, considerando un modelo bicompartimental de masa magra y masa grasa, la primera contiene un 70-80% de agua, mientras que la segunda contiene sólo un 10%. En consecuencia, un aumento de la cantidad de grasa del organismo determina que el porcentaje de agua corporal total respecto a la masa corporal también disminuya (Jimenez y cols., 2009).

Para un mismo sujeto en situación de euhidratación (normohidratación), la cantidad de agua corporal total oscila dentro de un estrecho margen de variación que rara vez supera el 0,5% de la masa corporal. Variaciones superiores del peso corporal que se producen en un

corto espacio de tiempo, caben ser atribuidas a variaciones en el nivel de hidratación (Cheuvront y cols, 2004).

Son varios los indicadores del estado de hidratación disponibles, pero que al mismo tiempo que son precisos son complejos y con baja utilidad práctica. Sin embargo, medidas tan sencillas como el peso corporal, se han revelado como perfectamente válidas y útiles (Zetou y cols., 2007).

6.13 Peso corporal como medida del estado de hidratación

La medida del peso corporal tras un razonable periodo de ayuno y luego de vaciar la vejiga tiene suficiente sensibilidad y especificidad para detectar desviaciones en el balance hídrico y conocer el estado de hidratación del sujeto. Una persona bien hidratada, en equilibrio metabólico, en condiciones basales y con la vejiga vacía debe presentar un peso corporal con una oscilación menor del 1% (Jimenez y cols., 2009).

Los cambios agudos en el peso corporal se pueden utilizar para conocer las perturbaciones en el estado de hidratación que ocurren en

distintas circunstancias y, entre ellas, calcular las tasas de sudoración. Para ello, se asume que 1 ml de sudor evaporado se traduce en la pérdida de 1g de peso corporal (Zetou y cols., 2007). Así, si lo que se pretende es conocer el efecto de una sesión de ejercicio o un programa de hidratación, la estimación más directa de la pérdida sudoral es la que proviene de la variación experimentada en el peso corporal. Si durante ese tiempo se han producido efectos ligados a otros mecanismos de pérdida (orina, heces, vómito) o ganancia (ingesta de comida, bebida) hay que tomarlos en consideración. Lógicamente, es conveniente hacer una medida previa a la exposición al calor/ejercicio y otra al finalizar el mismo (Sawka y cols., 2007; Jimenez y cols., 2009).

Otro factor que contribuye a la pérdida de peso durante el ejercicio es la pérdida de agua a nivel respiratorio y el recambio metabólico. Ignorar estos dos factores supone sobreestimar la tasa de producción de sudor en torno a un 10%, lo cual resulta insignificante para ejercicios de duración inferior a 3 h. En consecuencia, si se dispone de los controles adecuados, los cambios de peso corporal proporcionan una estimación sensible y

específica de los cambios agudos del agua corporal total que ocurren como consecuencia del ejercicio (Jimenez y cols., 2009).

Es importante considerar que las tasas de producción de sudor pueden llegar a ser tan elevadas que el volumen de agua o líquidos necesarios para remplazar este nivel de pérdida puede llegar a ser tan alto que hace casi imposible su consumo, en particular porque la sensación subjetiva de sed generalmente no es un reflejo directo de las pérdidas y dificulta esa ingesta (Mora & Terrados, 2004). Son pues, necesarias varias horas para recuperarse completamente de una pérdida hídrica importante que ocurre como consecuencia del calor y el ejercicio (Jimenez y cols., 2009).

6.14 Bebidas de reposición

La bebida de reposición por excelencia es el agua. El agua contiene también una pequeña cantidad de sales minerales y electrolitos, los cuales son fundamentales para que el agua resulte efectiva en calmar la sed. El contenido de sales minerales varía de unos tipos de aguas a otros pero en

cualquier caso, la cantidad de sales presentes en el agua de consumo es pequeña (McArdle y cols., 2004).

Las investigaciones realizadas a lo largo de los últimos 50 años han confirmado los beneficios del aporte de bebidas a base de mezclas adecuadas de agua, electrolitos e hidratos de carbono. Para que una bebida de reposición sea efectiva debe aportar líquido, hidratos de carbono y electrolitos en cantidad suficiente para provocar respuestas fisiológicas positivas que beneficien el rendimiento (Williams y cols., 2003; Lee y cols., 2011). La bebida ideal diseñada para la rehidratación oral debe caracterizarse por su capacidad de reemplazar fluidos, aportar sustratos, reemplazar electrolitos, reforzar la absorción, tener la capacidad para mantener la volemia y la cualidad de ser grato al paladar, por lo tanto, promover la salud y el rendimiento físico de las personas que practican actividad física de forma regular (Gisolfi & Duchman, 1992).

Según la SEDCA, las bebidas de reposición pueden clasificarse en tres categorías en función de su concentración de sodio con respecto al compartimento extracelular:

a) Bebidas isotónicas: contienen la misma concentración de sodio y potasio que el líquido extracelular, contribuyendo a mantener el equilibrio interno de fluidos al no estimular el desplazamiento de éstos entre los diferentes compartimentos. No entra ni sale agua de las células.

b) Bebidas hipertónicas: presentan una elevada concentración de sodio con respecto al líquido extracelular y como consecuencia de ello inducen la salida de agua desde la célula hacia el espacio extracelular para compensar la mayor concentración de sodio en el líquido ingerido. La célula se deshidrata y pierde volumen.

c) Bebidas hipotónicas: presentan una concentración de sodio y otros solutos muy bajas con lo cual se ingiere más agua que sodio y aumenta la concentración de agua fuera de la célula al interpretar el organismo que la cantidad de sodio extracelular ha disminuido. Inicialmente la célula absorbe agua pero si la situación no se corrige y se mantiene el aporte de esta bebida, el organismo corregirá la alteración eliminando agua por vía renal y fomentando la deshidratación.

Las bebidas deportivas isotónicas son también conocidas como bebidas equilibradoras de los electrolitos o reponedoras de electrolitos. La presencia de electrolitos en la formulación de estas bebidas facilita la absorción y asimilación de agua, ayudando a retener los fluidos aportados y mejorar el sabor (Palacios y cols., 2008). Principal prioridad tras el esfuerzo; los electrolitos perdidos durante la actividad física se reponen posteriormente mediante una alimentación equilibrada y rica en estos principios (Jiménez y cols., 2009). Los hidratos de carbono contribuyen haciendo más agradable la bebida al paladar además de aportar sustratos energéticos beneficiosos para mantener la intensidad durante el desempeño deportivo al reponer las pérdidas de glucógeno que se consumen con el ejercicio y con ello retrasar la aparición de la fatiga (Palacios y cols., 2008; Jiménez y cols., 2009). Además, si solamente se bebe agua sin la adición de estos sustratos se repone poco líquido y se fomenta la producción de orina (Shirreffs, 2000).

Se han propuesto algunas directrices relativas a la composición de las bebidas a consumir cuando se realiza actividad física de larga duración y a elevada temperatura ambiental. Este tipo de bebidas debería contener una

pequeña cantidad, en torno a 20 mEq/l de sodio (en forma de cloruro sódico), en torno a 4 mEq/l de potasio y un 5-10% de carbohidratos (Sawka y cols., 2007; Palacios y cols., 2008). La necesidad de estos componentes (carbohidratos y electrolitos) dependerá del tipo específico de ejercicio (intensidad y duración) y las condiciones ambientales (Jiménez y cols., 2009).

Cabe destacar que los efectos beneficiosos no están limitados sólo a deportistas que realizan un ejercicio muscular regular e intenso, sino también a aquellas personas que por sus trabajos hacen esfuerzos importantes o en condiciones adversas, y a aquellas personas que durante su tiempo de ocio hacen ejercicio físico y entrenan (Palacios y cols., 2008).

6.15 Reposición de fluidos durante el ejercicio

Realizar un adecuado proceso de rehidratación cuando se incurren en pérdidas sudorales importantes durante la actividad física en ambiente caluroso, es fundamental para preservar la salud, garantizar el bienestar y conseguir que esa actividad resulte placentera. Además, es importante

recordar que la sensación de sed y la facilidad con la que se calma no representan una buena indicación del nivel de deshidratación que se tiene ni de la eficacia de la rehidratación alcanzada (Jimenez y cols., 2009).

El objetivo que se persigue con la rehidratación durante el ejercicio es prevenir una deshidratación excesiva (mayor del 2% del peso corporal) y evitar la aparición de cambios hemáticos, todo lo cual puede afectar el rendimiento (Jiménez y cols., 2009). La cantidad total, y la velocidad con la que deben administrarse los líquidos, depende de la tasa de sudoración del individuo, tipo de ejercicio, posibilidad de beber, tipo de bebida y velocidad de vaciamiento gástrico. Cuando el ejercicio es de larga duración se recomienda beber periódicamente para acompañar la ingesta a las pérdidas (Sawka y cols., 2007).

Resulta difícil recomendar una pauta específica de líquidos y sustratos dada la variedad existente en los tipos de ejercicio, circunstancias en los que se desarrolla, y variedad de individuos y características personales. En la Tabla 2. se exponen de manera aproximada, las tasas de sudoración que presentan sujetos de distinto tamaño, corriendo a velocidades también

variables y en condiciones de baja (18°C) y alta (28°C) temperatura ambiental. Las tasas de sudoración van de 0.4 a 1.8 l/h, siendo previsible que, tanto para un sujeto en particular como para un grupo, las tasas de sudoración varíen siguiendo una distribución normal. En consecuencia, se recomienda el control de peso como índice de deshidratación en distintas condiciones de entrenamiento, para así predecir mejor cuál será el comportamiento ante una actividad física concreta y poder reponer las pérdidas de una manera más específica, aunque esto suele ser complicado y poco útil en la práctica (Jiménez y cols., 2009).

Tabla 2. Estimación de tasas de sudoración (l/h) en sujetos de distintos peso que corren, en diferentes condiciones de temperatura ambiente, a las velocidades que se indican.

Peso (kg)	Temperatura ambiente	Velocidad de carrera			
		8.5 km/h	10 km/h	12.5 km/h	15 km/h
50	18°C	0.43	0.53	0.69	0.86
	28°C	0.52	0.62	0.79	0.96
70	18°C	0.65	0.79	1.02	1.25
	28°C	0.75	0.89	1.12	1.36
90	18°C	0.86	1.04	1.34	1.64
	28°C	0.97	1.15	1.46	1.76

Jiménez y cols., 2009.

Un posible esquema de rehidratación durante el ejercicio, para una persona que realiza una actividad de resistencia de larga duración y que empieza bien hidratado, puede ser beber de 400-800 ml/h. correspondiendo la zona más alta del rango a sujetos de mayor tamaño, que hacen un mayor esfuerzo y/o se encuentran en condiciones de elevada temperatura ambiental. La zona más baja del rango es para sujetos más pequeños, que hacen menos esfuerzo y/o se encuentran a baja temperatura ambiental. Para sujetos de pequeño tamaño, beber a razón de 800 ml/h da lugar a un sobreconsumo que le lleva a ganar peso por hiperhidratación. Para sujetos de gran tamaño, beber a razón de 400 ml/h da lugar a una deshidratación excesiva en torno al 3% del peso corporal. En consecuencia, resulta poco apropiado usar una única tasa de reemplazamiento en todos los sujetos, aunque realicen el mismo tipo de actividad (Jiménez y cols., 2009). En el caso de los corredores de maratón, los cuales durante las pruebas exhiben profusos niveles de sudoración, se les recomienda beber entre 6 y 8 ml de líquido por kilogramo de peso y hora de ejercicio, aproximadamente 400 a 500 ml/h o 150-200 ml cada 20 min (Hew-Butler y cols., 2006). Otros estudios recomiendan beber entre 180-240 ml a intervalos de 10-15 min, teniendo presente que la tasa máxima de absorción intestinal de líquidos

durante el ejercicio se cifra en 20-30 ml/min frente a las pérdidas máximas por sudoración que pueden alcanzar los 50 ml/min. Por lo tanto, resulta preferible ingerir cantidades moderadas repartidas en el tiempo, que un elevado volumen en poco tiempo, más aún, si la bebida ingerida contiene gas carbónico, que puede resultar poco confortable. Si bien esta pauta permite una ligera deshidratación, es útil para mantener la estabilidad circulatoria y el equilibrio térmico, contribuyendo a retrasar el deterioro del rendimiento (SEDCA, 2006).

6.16 Función gastrointestinal y ejercicio físico

Las respuestas y adaptaciones del aparato digestivo en el ejercicio han sido en general poco estudiadas y por tanto son mal conocidas en muchos aspectos. No obstante, la sintomatología gastrointestinal es frecuente en relación a la práctica de ejercicio, especialmente en actividades de resistencia, pudiendo afectar a la motilidad, los procesos de absorción u otros relacionados con la función gastrointestinal (López & Fernández, 2006).

El aumento de la actividad simpático adrenal es un hecho inherente a la propia actividad física, especialmente si esta se desarrolla a altas intensidades de trabajo y ejerce efectos colaterales sobre todos los órganos y sistemas, y dentro de ellos se engloba lógicamente el sistema digestivo. Como consecuencia de esta actividad simpática aumentada y también por otros acontecimientos asociados, ocurre una regulación de la circulación periférica que se manifiesta en el sistema digestivo con una vasoconstricción del área esplácnica, este hecho es responsable del descenso de la irrigación de toda el área. Como consecuencia se dificultan los procesos de absorción intestinal junto con otros procesos fisiológicos como el aclaramiento del lactato por el tejido hepático. Los efectos de la vasoconstricción esplácnica son más importantes cuando se realiza ejercicio en ambientes térmicos hostiles como los son la temperatura y humedad elevadas, ya que en estos casos al tener que derivar sangre a la periferia (piel) para disipar calor, se acentúa la reducción de irrigación al territorio asplácnico (López & Fernández, 2006). Las modificaciones fisiológicas más relevantes de la función digestiva con el ejercicio se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Modificaciones fisiológicas de la función digestiva con el ejercicio (López & Fernández, 2006)

<p>Función esofágica: Motilidad: Descenso de las contracciones al aumentar la intensidad Aumento de la velocidad peristáltica a baja intensidad Reflujo gastroesofágico: Aumento de la incidencia con ejercicios de alta intensidad</p>
<p>Función gástrica: Secreción: Pocas modificaciones al 50-70% VO₂máx Vaciamiento: Pocos cambios a intensidades moderadas (< 80% VO₂máx) Enlentecimiento del vaciado a elevada intensidad</p>
<p>Función intestinal: Intestino delgado: Tránsito intestinal. Mejora tránsito de gas en ejercicio Absorción intestinal. Descenso absorción agua, electrolitos y nutrientes en ejercicio de alta intensidad</p>

La velocidad del vaciamiento gástrico está regulada por señales procedentes tanto del estomago como del duodeno. Sin embargo, este último, es el que proporciona las señales más potentes para el control del paso del quimo, de forma que no llegue nunca en proporción superior a la que el intestino delgado es capaz de digerir y absorber (Guyton & Hall, 2006). Por otra parte, el vaciado gástrico varía ampliamente de una persona a otra de manera que algunos individuos pueden vaciar el 80 – 90% de la

solución ingerida en 15 – 20 min mientras que otros sólo el 10% (Costill, 1990). Los factores más importantes que afectan al vaciado gástrico son el índice de vaciamiento, la modalidad del ejercicio, el grado de deshidratación y el volumen, osmolaridad y temperatura de la bebida (SEDCA, 2006; López & Fernández, 2006).

La máxima velocidad de asimilación de fluidos desde el estómago es de aproximadamente 40 ml/min (2,4 l/hora) (McArdle, 2000). Muchos maratonistas se deshidratan voluntariamente porque sienten que su estómago no tolera el elevado volumen de líquido que deben beber para compensar las pérdidas por sudoración (Coyle, 2000). Idealmente se debe beber a un ritmo que iguale la tasa de sudoración durante el ejercicio, sin embargo, esto no es posible en algunas situaciones (ej. corredores) en las que se producen problemas de vaciado gástrico y malestar gastrointestinal (SEDCA, 2006).

El ejercicio de intensidad moderada facilita el vaciamiento gástrico y acelera la absorción, mientras que el ejercicio intenso por encima del 75% del VO₂ máx. tiene un efecto inhibitorio al dificultar la afluencia de sangre

hacia sistema digestivo, constatándose un enlentecimiento del vaciado gástrico y una disminución del proceso de absorción (Martínez y cols., 2005). Además, el ejercicio de moderada intensidad mejora el tránsito de gas intestinal en sujetos sanos, pudiendo actuar como mecanismo de prevención de la retención de gas intraluminal y de la distensión abdominal asociada a la que ocurre en reposo (Dainese & Serra, 2003). Cabe mencionar que el ritmo de vaciado gástrico es entrenable, pudiendo llegar a evacuarse líquidos del estómago incluso a intensidades mayores de ejercicio (Leiper y cols., 2001).

Con respecto al grado de deshidratación, cuanto mayor sea este último, más se ralentiza el vaciado gástrico y se da una mayor incidencia de molestias gastrointestinales (Rehrer, 1993). La disminución de la volemia hace que se reduzca el flujo de sangre que llega al sistema digestivo, lo que puede dar lugar a una disminución de la absorción de fluidos cuando se comienza a beber como consecuencia del enlentecimiento del vaciamiento gástrico (SEDCA, 2006).

El problema de la restitución de líquidos no es tanto la cantidad que somos capaces de beber sino la rapidez con la que se absorbe la bebida. Así pues, los líquidos con una concentración de hidratos de carbono entre 6-8% y cantidades pequeñas de electrolitos promueven el flujo del agua a través de la pared intestinal, incrementando consiguientemente la absorción de líquidos (Barbany JR, 2002), cifras superiores de carbohidratos pueden resultar perjudiciales, pudiendo provocar calambres abdominales y diarrea por efecto osmótico, y una adición excesiva de electrolitos conllevaría a elevar la osmolaridad, retardando el vaciamiento gástrico, por lo demás, la adición de glucosa, además de sodio, a las bebidas de rehidratación es beneficiosa debido a que el transporte de ambos se produce de forma cooperativa, no obstante, el intestino contiene suficiente sodio procedente de las secreciones corporales (Gisolfi, 1996). Otros estudios relacionados han comparado los resultados obtenidos tras la rehidratación durante un ejercicio de resistencia prolongado con bebidas isotónicas e hipotónicas, mostrando que con esta última la absorción de fluidos fue más rápida (Rowlands y cols., 2011).

Con respecto a la temperatura de la bebida, es aconsejable que se inferior a la ambiental, de aproximadamente 15°-22°C, cuando se entrena en ambientes calurosos, ya que, al mismo tiempo que se evacuan más rápido del estomago, contribuyen a disminuir la temperatura interna (Sawka y cols., 2007). Bebidas más frías enlentecen la absorción mientras que las bebidas más calientes no son apetecibles, por lo que se beberá menos cantidad (Brouns, 1991).

6.17 Cerveza y práctica deportiva

La cerveza contiene fundamentalmente agua (95%), pero también una serie de sustancias que pueden ser de interés para recuperar las pérdidas hidrominerales que ocurren con el ejercicio y favorecer una eficaz hidratación durante la práctica deportiva. La cerveza es una bebida natural obtenida por fermentación alcohólica de un extracto acuoso de cebada malteada y es clásicamente utilizada para calmar la sed, siendo una de las más consumidas a lo largo de la historia de la humanidad. Sus características organolépticas y su composición justifican ese consumo y señalan que puede ser adecuada para reponer las pérdidas hidrominerales

que se producen con el sudor y facilitar la recuperación tras el ejercicio físico, particularmente cuando se realiza en ambiente caluroso, incluso ciertos estudios ponen de manifiesto que existe un consumo de cerveza en especial entre los deportistas aficionados. (Donato y cols., 1994; Watten, 1995; O'Brien & Lyons, 2000).

Estudios realizados por la ACSM en el año 2008, dieron pautas sobre la rehidratación, adaptados a los nuevos hallazgos (Sawka y cols., 2007), apreciando que existen importantes coincidencias bioquímicas entre la composición nutritiva de la cerveza y la bebida ideal para la rehidratación. La cerveza posee un contenido de carbohidratos de 6-8% (Burke, 2001; Gonzalez-Gross y cols., 2001), un contenido moderado de sodio (Maughan y cols., 2005) y una cierta cantidad de potasio (Maughan & Shirreffs, 1997). La cerveza también aporta substratos metabólicos que reemplazan las pérdidas ocasionadas por el ejercicio como son aminoácidos, diversos minerales, vitaminas del grupo B y antioxidantes (Denke, 2000), además de tener características similares por su marcado efecto refrescante y su poder mitigador de la sensación de sed (Sendra & Carbonell, 1999).

Cabe destacar que del total de carbohidratos que posee la cerveza, un 90% son maltodextrinas de bajo peso molecular, lo que contribuye a atenuar el efecto osmótico que a nivel intestinal tiene los azúcares simples como la glucosa y la sacarosa. Las maltodextrinas se metabolizan lentamente liberando unidades de glucosa que pasan progresivamente a la sangre y dan lugar a un peak de glucemia menos elevado y más prolongado en el tiempo. Esto es beneficioso, ya que si la subida fuera muy abrupta las hormonas metabolizarían y agotarían rápidamente el sustrato, permaneciendo en la sangre por algún tiempo, dando lugar a una hipoglucemia, que es justamente el cuadro que trata de evitarse con la ingestión de la bebida. (Sendra & Carbonell, 1998). En efecto, los polímeros de glucosa como las maltodextrinas proporcionan energía como los azúcares simples pero sin lentificar la velocidad de vaciamiento gástrico (Barbany, 2002).

Piendl y cols. en el año 1996 estudiaron la cerveza con alcohol, cerveza sin alcohol y extractos de malta desde el punto de vista de su osmolaridad, para evaluar de este modo su capacidad de rehidratación en comparación con otras bebidas para deportistas. Señalan que las cervezas

sin alcohol y las de reducido contenido en alcohol son isotónicas o hipotónicas, al igual que las bebidas diseñadas para deportistas. Las cervezas convencionales tienen mayoritariamente un comportamiento hipertónico (Sendra & Carbonell, 1999).

Para obtener cervezas sin alcohol se suelen utilizar procedimientos físicos, sin la adición de productos químicos extraños a la cerveza (Sendra & Carbonell, 1999). Así, el proceso de desalcoholización al 0.0% a partir de una cerveza convencional no debería alterar las características funcionales y nutricionales propias de la cerveza convencional a excepción claro, de aquellas que son aportadas por el mismo alcohol (CCU S.A, 2009).

Tradicionalmente, se han considerado las bebidas con graduación alcohólica como inadecuadas y desaconsejables para su consumo durante y posterior a la práctica deportiva. Sin embargo, los últimos estudios han demostrado que la cerveza con alcohol consumida en cantidad moderada (660 ml) resulta ser una bebida idónea en la recuperación del metabolismo de los deportistas tras la práctica de ejercicio, por su contenido de agua,

carbohidratos, minerales, vitaminas, antioxidantes y sus características refrescante y mitigadora de la sed. De todas maneras, debido a su contenido alcohólico su utilidad puede ser cuestionable a pesar de poseer una baja graduación alcohólica (Jiménez y cols., 2009). Por otro lado, los efectos beneficiosos del consumo moderado de cerveza sin alcohol sobre la salud han sido constatados recientemente por diversos autores, que han sugerido la propuesta de considerarla como una bebida para deportistas (Martínez y cols., 2001; Bassus y cols., 2004; Jiménez y cols., 2009).

7. HIPÓTESIS

H1: La cerveza sin alcohol es un medio de rehidratación tan efectivo como la bebida deportiva isotónica, durante el ejercicio aeróbico de moderada intensidad bajo condiciones estivales recreadas de temperatura y humedad, en sujetos sanos y entrenados.

8. OBJETIVOS

8.1 OBJETIVO GENERAL

Estudiar la efectividad de la cerveza sin alcohol de forma comparativa con una bebida deportiva isotónica en la mantención del metabolismo hidromineral y energético durante un ejercicio aeróbico de moderada intensidad en sujetos jóvenes, sanos y entrenados, durante el año 2012.

8.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar el VO₂max en los sujetos intervenidos antes de la aplicación de un protocolo de ejercicio físico aeróbico de moderada intensidad.
2. Determinar el IMC en los sujetos intervenidos antes de la aplicación de un protocolo de ejercicio físico aeróbico de moderada intensidad.
3. Desarrollar un protocolo de ejercicio aeróbico de moderada intensidad de una hora de duración, a realizar en condiciones estivales recreadas de

temperatura y humedad que determine pérdidas sudorales menores al 2% del peso corporal y estudiar los efectos que dicho protocolo determina.

4. Desarrollar una pauta de rehidratación que se lleve a cabo durante un ejercicio aeróbico de moderada intensidad de una hora de duración a realizar en condiciones estivales recreadas de temperatura y humedad, con cerveza sin alcohol y que permita ser comparada con la rehidratación a base de bebida deportiva.

5. Conocer la percepción subjetiva de esfuerzo y sensación de sed durante la aplicación de un protocolo de rehidratación con cerveza sin alcohol en un ejercicio físico aeróbico de moderada intensidad, en comparación con la rehidratación a base de bebida deportiva.

6. Determinar el efecto rehidratante de la cerveza sin alcohol durante un ejercicio aeróbico de moderada intensidad.

7. Comparar el efecto rehidratante de la cerveza sin alcohol durante un ejercicio aeróbico de moderada intensidad con los obtenidos durante la rehidratación con bebida deportiva isotónica.

9. MATERIALES Y MÉTODO

9.1 MATERIALES

Durante el presente estudio se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Formulario de consentimiento informado (Ver anexo 2).
- Tapiz rodante profesional Integrityn CLST Life Fitness.
- Báscula marca Detecto (rango 0.01-180 kg, precisión 0.01 kg).
- Estadiómetro marca Detecto (rango 60-200 cm, precisión 1 mm).
- 10 monitores de frecuencia cardiaca marca polar modelo FT4.
- 10 sensores de frecuencia cardiaca marca polar modelo H1.
- 2 cronómetros DRB Dribbling.
- Medidor de glicemia marca Accutrend Plus.
- 50 jeringas desechables de 5ml.
- Tómulas de algodón.
- Alcohol desnaturalizado 96°.
- Escala subjetiva de esfuerzo percibido de Borg.
- Escala subjetiva de percepción de sed.

- Sistema de calefacción y humidificación.
- Termómetro marca Incubator.
- Esfigmomanómetro digital semiautomático modelo LD-578.
- 2 probetas milimetradas.
- Cooler Coleman 9qt.
- Toallas.
- 6 l de cerveza sin alcohol.
- 6 l bebida deportiva isotónica.
- 5 l de Leche.
- 40 manzanas.
- 20 sándwich (jamón/queso).
- 20 yogurts

9.2 MÉTODO

El presente estudio se realizó en el laboratorio de fisiología del ejercicio ubicado en las dependencias de la carrera de Kinesiología, Facultad de medicina, Universidad de Valparaíso en un periodo de dos semanas.

9.2.1 Sujetos

Para que la obtención de la muestra fuera lo más homogénea posible, esta se llevo a cabo en dos etapas que precedieron a la fase experimental del estudio. La primera etapa consistió en preseleccionar 10 sujetos jóvenes, sanos y de un somatotipo similar, pertenecientes a una población de 375 soldados conscriptos del Regimiento de Infantería N°2 Maipo de Valparaíso, de edades comprendidas entre los 18 y 21 años que llevaran al menos un año realizando actividad física aeróbica de forma regular (5 veces a la semana), además de seguir regímenes alimenticios y de sueño/vigilia lo más similares posibles, y no presentar hábitos tóxicos (consumo de bebidas alcohólicas, tabaco y drogas). La segunda etapa consistía en seleccionar a aquellos sujetos que realizaban habitualmente

actividad física y se encontraban en un buen estado físico, entendiéndose por esto que cumplieran como criterios de inclusión el poseer un Índice de Masa Corporal (IMC) que los clasifique dentro del rango normal (18.5-24.99 según OMS) y un Consumo de Oxígeno Máximo (VO₂máx) superior a 50 ml/kg/min (Jiménez y cols., 2009). Esta etapa se llevó a cabo en el laboratorio de fisiología de la carrera de Kinesiología de la Universidad de Valparaíso.

El IMC es un indicador simple de la relación entre el peso y la talla que se utiliza frecuentemente para identificar el estado físico de la persona, proporcionando una medida útil del sobrepeso y la obesidad en la población adulta. Se calcula dividiendo el peso de una persona en kilos por el cuadrado de su talla en metros (kg/m²) (OMS, 2012).

$$\text{IMC} = \text{Peso (Kg)} / \text{Talla (m)}^2$$

El VO₂máx se define como la cantidad máxima de O₂ que el organismo es capaz de absorber, transportar y consumir por unidad de

tiempo. Es un parámetro indicador de la capacidad funcional de los individuos o de su potencia aeróbica, que aumenta gradualmente desde el nacimiento, alcanzando su nivel máximo en el intervalo de los 18 a los 25 años de edad. (López & Fernández, 2006). En este estudio, el VO₂máx se obtuvo de forma indirecta a través del Test de Bruce, que consiste en un protocolo de carga incremental escalonado y continuo que se realiza sobre un tapiz rodante. Este comienza con una carga inicial de: velocidad de 2,7 km/h y 10% de inclinación, las cuales se van incrementando cada 3 minutos como lo establece la Figura 1. Además cada 1 min se obtiene la percepción subjetiva de esfuerzo y se motiva a continuar con la prueba.

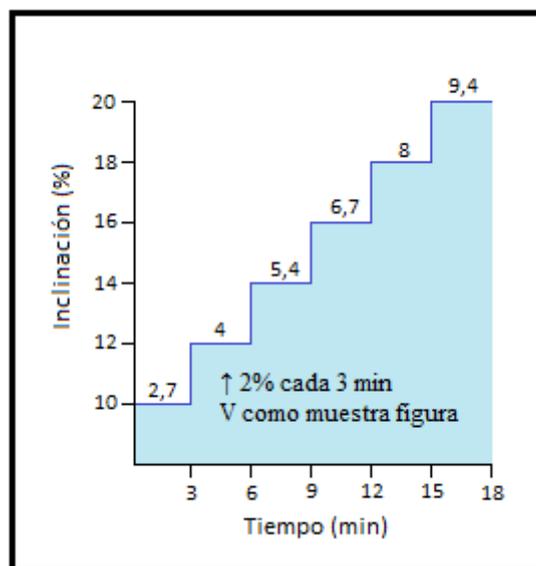


Figura 1. Test de Bruce (Bruce y cols., 1973)
V: velocidad en km/h

Las indicaciones para la suspensión de la prueba y los criterios de finalización se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Indicaciones para la suspensión y criterios de finalización de la prueba

Indicaciones para la suspensión de la prueba
<ol style="list-style-type: none">1. Solicitud del sujeto2. dolor torácico anginoso progresivo3. sensación de mareo4. signos de mala perfusión (cianosis, palidez, saturación $\leq 93\%$)
Criterios de finalización de la prueba
<ol style="list-style-type: none">1. Estatus 17 en la escala de Borg (muy duro)2. sensación de agotamiento

Una vez medido el tiempo de duración de la prueba, se procedía a calcular el VO₂máx mediante la siguiente fórmula propuesta por Bruce y cols., para sujetos sanos y entrenados:

$$\text{VO}_2\text{máx} = 3.778(\text{tiempo}) + 0.19$$

En la tabla 5 se detalla el IMC y el VO₂máx obtenidos por los sujetos en prueba.

Tabla 5. Parámetros obtenidos por los sujetos preseleccionados

Sujeto	IMC	VO ₂ max (ml/kg/min)
1	19.37	72.25
2	22.74	58.94
3	21.80	62,34
4	21.41	60.75
5	23.09	65.62
6	22.29	53.80
7	20.18	54.86
8	22.08	61.20
9	23.40	65.85
10	20.07	57.84

Los 10 sujetos preseleccionados cumplieron con los criterios de inclusión dando como resultado una selección con las siguientes características: peso corporal (59.53 ± 6.22 kg), talla (1.67 ± 0.06 m), IMC (21.43 ± 1.78) y un VO₂max (61.35 ± 5.54 ml/kg/min).

Posteriormente, los 10 sujetos seleccionados, recibieron una charla informativa donde debidamente se les describió la naturaleza, los beneficios y riesgos propios del estudio, el cual previamente fue aprobado por el comité de ética de la Universidad de Valparaíso. Todos los sujetos accedieron a participar de forma voluntaria, quedando previamente consignado en el consentimiento informado (Anexo 2). A partir de este momento y por el período que durara la investigación, los sujetos debían cumplir con las siguientes instrucciones: abstención de esfuerzos extenuantes en las 48 h precedentes a cada prueba del estudio a realizar, tipo de alimentación habitual, abstención de beber bebidas alcohólicas durante las 48 h previas a las pruebas a realizar y período de ayuno de 8 h de duración previo a las pruebas con la posibilidad de beber agua potable si lo deseaban. Además, se seleccionó de forma aleatorio 2 grupos de 5 sujetos (G1 y G2) para dar inicio a la fase experimental en los días posteriores, con un intervalo de 2 días para G1 y 3 días para G2.

Por lo tanto, la muestra final del estudio se conformó por 10 sujetos varones entrenados pertenecientes al Regimiento de Infantería N°2 Maipo de Valparaíso, con edades comprendidas entre los 18 y 21 años, quienes

fueron escogidos después de haber cumplido con los criterios de inclusión y exclusión anteriormente mencionadas.

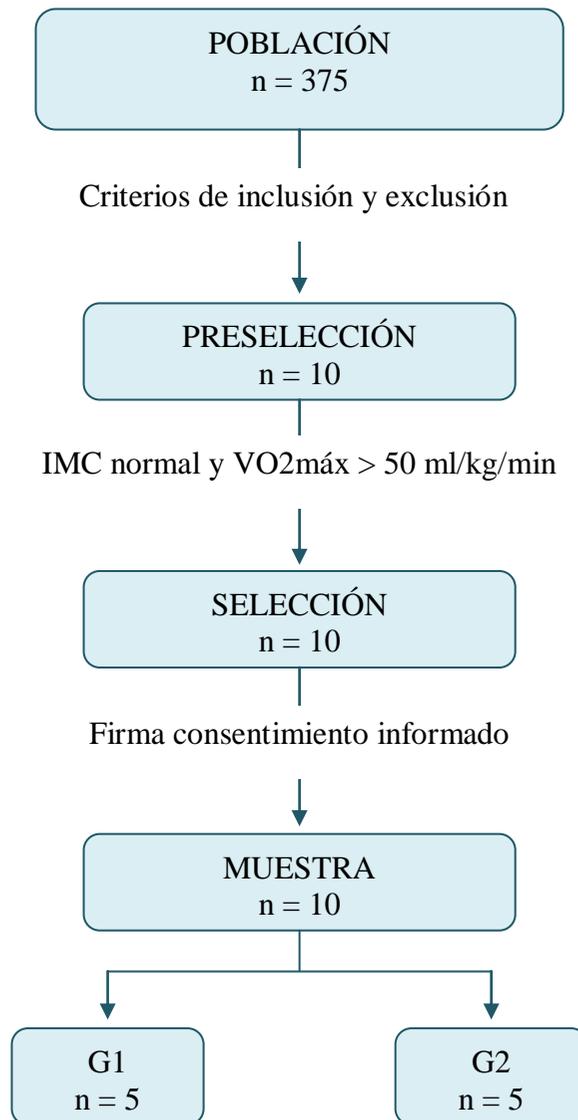


Figura 2. Algoritmo de selección de la muestra. La población en estudio corresponde a 375 soldados conscriptos del Regimiento N°2 Maipo. Primero se procedió a realizar una preselección de 10 sujetos mediante los criterios de inclusión y exclusión. Luego, los 10 sujetos fueron seleccionados en una segunda etapa, después de haber sido clasificados en un rango normal de IMC y haber tenido un VO₂máx mayor a 50 ml/kg/min. Finalmente todos firmaron el consentimiento informado, conformándose una muestra constituida por 10 sujetos, que para fines de la metodología se dividieron aleatoriamente en dos grupos G1 y G2, cada uno con 5 sujetos.

9.2.2 Diseño experimental

El presente estudio corresponde a un diseño cuasi-experimental, con una muestra no probabilística con mediciones pre y post intervención.

Dado que el objeto de la investigación era estudiar la eficacia de la cerveza sin alcohol (0.0%) como bebida rehidratante durante un ejercicio físico habitual, se diseñó un protocolo cruzado e intra-sujeto (cada sujeto era su propio control). Los participantes se sometieron a dos pruebas experimentales, en orden aleatorio y separadas por 3 días de intervalo. En dicho periodo el sujeto mantuvo su actividad diaria y estilo de vida habitual con las instrucciones antes citadas. Durante una de las pruebas consumirían cerveza sin alcohol y durante la otra prueba consumirían bebida deportiva. Ambas pruebas eran idénticas, tanto en grado de esfuerzo, condiciones ambientales y tipo de estudio que se realizaba. La información nutricional de dichas bebidas se detalla en la Tabla 6.

Tabla 6. Información nutricional de ambas bebidas en estudio.

Bebida	H de C disp. g/100ml	Sodio mg/100ml	Potasio mg/100ml	Cloro mg/100ml
Cerveza s/alcohol	7.3	9	25	VD
Bebida deportiva	6	50	22	VD

VD: Valor desconocido

La estructura general de la prueba (Figura 3) consistía en tres etapas: previa, durante y posterior al protocolo de ejercicio aeróbico de moderada intensidad correspondiente a una carrera de 60 min al 70% del VO₂máx (Anexo 6). El laboratorio presentaba condiciones ambientales constantes de 32°C de temperatura y una humedad relativa de 60%, mantenidas con los sistemas de calefacción y humidificación controladas a través de un termómetro ambiental. G1 fue rehidratado en una primera instancia con cerveza sin alcohol (CSA), y posterior a un intervalo de 3 días se rehidrató con bebida deportiva (BD). G2 fue rehidratado en una primera instancia con BD y posterior a un intervalo de 3 días con CSA. Esta organización se describe en la Tabla 7.

Pre ejercicio	Durante el ejercicio	Post ejercicio
<ul style="list-style-type: none"> • Toma de muestra para estudio analítico: Sangre. • Hemoglucotest. • Desayuno Standard. • Medición de peso corporal. • 30 min Aclimatación e instrucciones del ejercicio. • 5 min Calentamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • 60 min Carrera 70% VO2max. • Rehidratación con cerveza (540 ml) ó Bebida deportiva (540ml). • Registro de FC, percepción subjetiva de esfuerzo y sed. • 5 min Recuperación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Medición de peso corporal. • Toma de muestra volumen de orina. • Toma de muestra para estudio analítico: Sangre. • Hemoglucotest.

Figura 3. Protocolo general del estudio.

Tabla 7. Calendarización del diseño experimental

Semana	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sáb	dom
1°	VO2max/IMC			G1 CSA	G2 BD		
2°	G1 BD	G2 CSA					

9.2.2.1 Pre ejercicio

Los 5 sujetos fueron citados a las 8:00 h de la mañana tras un periodo de 8 h de ayuno. En una sala designada, durante la primera media hora se procedía a realizar las siguientes acciones para todos los sujetos: extracción de 4 ml de sangre por un paramédico certificado, para luego ser

transportada a un laboratorio externo, lugar donde se analizaron las concentraciones plasmáticas de Sodio, Potasio y Cloro), obtención de la glicemia mediante el Hemoglucotest y desayuno estándar que consistía en 250 ml de leche, un sándwich jamón/queso y una manzana. A las 9:30 h de la mañana, el primer sujeto ingresaba al laboratorio para ser pesado, recibir las instrucciones del ejercicio y llevar a cabo un período de 30 min de aclimatación a 32°C de temperatura y una humedad relativa del 60%. Cinco minutos antes del ejercicio se procedía a guiar una fase de calentamiento y ajustarle al sujeto el monitor de frecuencia cardiaca. A partir de este punto, los siguientes sujetos llevaban a cabo el programa con una hora de desfase. Los últimos 3 sujetos recibieron una hora antes del inicio del ejercicio, una colación que consistía en un yogurt de 120 gr y una manzana. La programación diaria de estos eventos se describe en la Tabla 8. Los sujetos durante el periodo previo al ejercicio podían orinar libremente según sus necesidades, pero no podían ingerir ningún tipo de líquido ni alimentos sólidos salvo los descritos.

Tabla 8. Programación diaria del protocolo de estudio.

8:00	Obtención de muestras sanguíneas y glicemia en ayuno (5 sujetos).
8:15	Desayuno (5 sujetos).
8:30	Vacío.
9:00	Vacío.
9:30	Ingreso laboratorio (S1).
10:00	Inicio ejercicio (S1).
10:30	Ingreso laboratorio (S2).
11:00	Fin ejercicio (S1) + inicio ejercicio (S2) + colación (S3).
11:30	Ingreso laboratorio (S3).
12:00	Fin ejercicio (S2) + inicio ejercicio (S3) + colación (S4).
12:30	Ingreso laboratorio (S4).
13:00	Fin ejercicio (S3) + inicio ejercicio (S4) + colación (S5).
13:30	Ingreso laboratorio (S5).
14:00	Fin ejercicio (S4) + inicio ejercicio (S5).
14:30	Vacío.
15:00	Fin ejercicio (S5).

S1: Sujeto numero uno (mismo orden en ambas pruebas)

9.2.2.2 Durante el ejercicio

A las 10:00h (en orden idéntico en ambos protocolos y con desfases de una hora para los otros sujetos) vestido de zapatillas, short y polera, se daba inicio al protocolo de ejercicio aeróbico de moderada intensidad. La

carrera comenzaba con una velocidad estándar de 7.5 km/h (Figura 2,a), equivalente al 70% del promedio de la velocidad máxima alcanzada por los sujetos en el test de Bruce. Luego, se procedía a efectuar variaciones en la velocidad con el fin de establecer una intensidad de trabajo a un 70% del VO₂máx que es equivalente al 70% de la FC de entrenamiento obtenida a través de la fórmula de Karvonen (Anexo 5), calculada de la siguiente manera:

$$\text{FC de entrenamiento} = (\text{FC máx} - \text{FC reposo}) \cdot \% \text{ intensidad} + \text{FC reposo}$$

La frecuencia cardiaca máxima teórica se obtiene restando 220 menos la edad (López y Fernández, 2006).

A continuación se detallan las frecuencias cardiacas correspondientes al 70% del VO₂máx para cada sujeto, utilizadas como parámetro de medición en las pruebas experimentales (Tabla 9).

Tabla 9. Frecuencia cardiaca correspondiente al 70%VO₂máx

Sujeto	FC ~ 70%VO₂máx
1	158
2	157
3	159
4	159
5	159
6	156
7	159
8	157
9	157
10	162

La prueba finaliza con una recuperación de 5 min disminuyendo paulatinamente la velocidad. Durante la carrera el sujeto era sometido de forma simultánea a una pauta de rehidratación (cerveza sin alcohol ó bebida deportiva), que consistía en ingerir 180 ml de una de las bebidas en estudio desde una botella a una temperatura idéntica e ideal de ingesta (en torno a 15°C) cada 20 min, hasta ingerir un total de 540 ml (Figura 2,b). Además, se registraron cada 5 min la FC, la percepción subjetiva del esfuerzo a través de la escala de Borg (Anexo 2) y la percepción subjetiva de sed (Anexo 3). Por otra parte, los sujetos disponían de toallas para

remover el sudor de la piel. La prueba de esfuerzo y las condiciones medioambientales de 32°C de temperatura y 60% de humedad relativa, estaban diseñadas para determinar una profusa sudoración y una importante sobrecarga física.

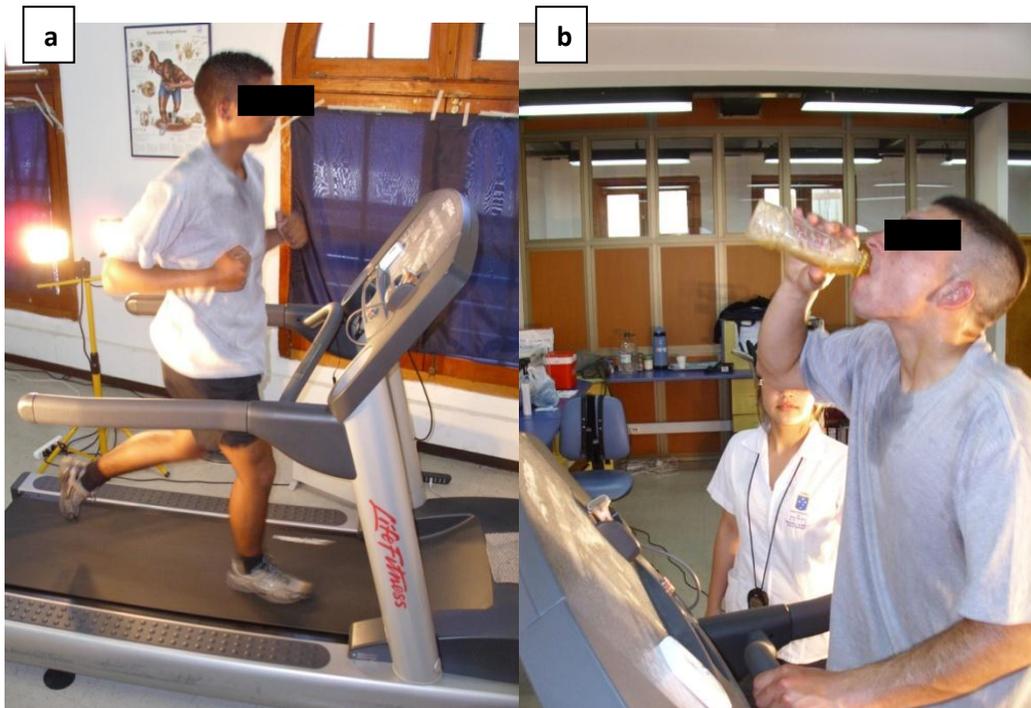


Figura 4. a) Sujeto realizando la prueba de esfuerzo en tapiz. b) Rehidratación con cerveza sin alcohol.

9.2.2.3 Post ejercicio

Una vez finalizada la prueba, se procedía a pesar al sujeto en las mismas condiciones que se hizo previa a la prueba. Se cronometraban 20 min desde el término del protocolo de ejercicio, y cuando estos se cumplían se le solicitaba al sujeto que orinara, cuantificando su volumen en una probeta milimetrada, luego de eso el paramédico extraía nuevamente 4 ml de sangre y se obtenía el valor de glicemia a través del Hemoglucotest.

9.2.4 Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó utilizando el software Minitab 2010, versión 16.1.0.0.

Los resultados son presentados por medio de tablas detalladas (se analizaron las variables peso, concentraciones plasmáticas de sodio, potasio, cloro y glucosa, orina, percepción subjetiva de esfuerzo y percepción subjetiva de sed). Para determinar si en el inicio del experimento los individuos se encontraban en las mismas condiciones, se compararon, en todas las variables las medias de los datos en la condición

previa al protocolo de ejercicios. Además, se hicieron comparaciones en todas las variables para ambas intervenciones (rehidratación con cerveza sin alcohol y rehidratación con bebida deportiva) antes y después del protocolo de ejercicio. Considerando el objetivo principal de este estudio, se compararon las medias de todas las variables posterior a la realización del protocolo de ejercicio para ambas intervenciones. En estos análisis se utilizó la metodología de datos pareados (estadístico t-student y Wilcoxon), considerando un intervalo de confianza del 95 %.

10. RESULTADOS

La prueba de ejercicio fue realizada adecuadamente por todos los sujetos. Dada las exigentes condiciones ambientales y el esfuerzo realizado, todos los sujetos exhibieron una profusa sudoración. Para facilitar esta producción de sudor, y así acrecentar la pérdida hídrica, se pidió a los sujetos que corrieran con polera y secaran su piel con toallas de papel desechables.

Se compararon los valores en la condición previa al protocolo de rehidratación durante el ejercicio para el tratamiento con ambas bebidas, dando como resultado para todas las variables, una equivalencia estadísticamente significativa entre ellas al inicio de ambas pruebas. Esto determina que los sujetos se enfrentaron a la realización de los protocolos de rehidratación en idénticas condiciones para las variables estudiadas, permitiéndonos contrastar el efecto que desempeñaron cada una de las bebidas sobre estas.

Tras la comparación de las medias de las variables hidrominerales y energética en un periodo previo y posterior a la rehidratación con cerveza sin alcohol, se observa una disminución significativa, tanto de la concentración de potasio plasmático como del peso corporal, aunque no superior al 2%, mientras que, en la variable glucosa se observa un aumento significativo en su valor (Tabla 10). El análisis de las variables sodio y cloro, no presentó diferencia significativa.

Tabla 10. Variables hidrominerales y energética en rehidratación con cerveza sin alcohol

Variable	Periodo	Media ± DS	Valor P
Peso	Pre	60,65 ± 6,76	0,001*
	Post	60,14 ± 6,54	
Sodio	Pre	139,30 ± 2,50	0,327
	Post	140,10 ± 2,51	
Potasio	Pre	5,19 ± 0,36	0,000*
	Post	4,35 ± 0,22	
Cloro	Pre	98,30 ± 1,77	0,780
	Post	98,50 ± 3,03	
Glucosa	Pre	80,67 ± 12,23	0,002*
	Post	100,22 ± 13,39	

*P < 0.05 D.S.= Desviación estándar

La comparación de las medias de las variables hidrominerales y energética en un periodo previo y posterior a la rehidratación con bebida deportiva presentó resultados equivalentes a los descritos en la tabla anterior.

La comparación de las medias de las variables hidrominerales y energética posteriores a la rehidratación con cerveza sin alcohol y bebida deportiva, muestra que todas estas no presentan diferencias significativas (Tabla 11).

Tabla 11. Variables hidrominerales y energética posterior a la rehidratación con cerveza sin alcohol y bebida deportiva

Variable	Bebida	Media ± DS	Valor P
Peso	Cerveza	60,14 ± 6,54	0,517
	Deportiva	60,01 ± 6,58	
Sodio	Cerveza	140,10 ± 2,51	1,000
	Deportiva	140,10 ± 1,66	
Potasio	Cerveza	4,35 ± 0,22	0,235
	Deportiva	4,43 ± 0,20	
Cloro	Cerveza	98,50 ± 3,03	0,625
	Deportiva	98,90 ± 1,73	
Glucosa	Cerveza	100,22 ± 13,39	0,630
	Deportiva	98,56 ± 14,40	
Orina	Cerveza	84,50 ± 70,80	0,243
	Deportiva	116,50 ± 86,40	

D.S.= Desviación Estándar

Las escalas de percepción subjetiva o escalas psicofisiológicas de Borg y sed, incorporan información del entorno interno y externo del cuerpo, midiendo la sensación de esfuerzo por una parte y de sed por la otra durante un ejercicio aeróbico y de resistencia. Según el ACSM la escala de Borg evidencia una relación lineal con la frecuencia cardíaca y el consumo

de oxígeno durante el ejercicio aeróbico. Además de su validez ambas escalas son fáciles de entender y fáciles de usar (López & Fernández, 2006). Se midió la percepción subjetiva de esfuerzo y la percepción subjetiva de sed a través del tiempo en el cual transcurrió la prueba (de los 0 min a los 60 min, cada 5 min), contrastando los valores cuantitativos obtenidos entre la cerveza sin alcohol y la bebida deportiva, a través de un análisis estadístico no paramétrico, observándose que en cada uno de los tiempos de medición, tanto para la percepción de esfuerzo como para la percepción de sed, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre ambas bebidas (Tabla 12).

Tabla 12. Análisis temporal de la percepción subjetiva de esfuerzo y sed.

Tiempo (min)	Borg	Sed
	Valor p	
0	1	1
5	0.343	0.343
10	0.394	0.591
15	0.269	0.168
20	0.070	0.279
25	0.153	0.081
30	0.217	0.052
35	0.242	0.051
40	0.137	0.070
45	0.120	0.111
50	0.290	0.053
55	0.453	0.087
60	0.780	0.104

11. DISCUSIÓN

Este estudio permitió observar el comportamiento de las variables hidrominerales y energéticas tras la ingesta de cerveza sin alcohol durante un ejercicio aeróbico de moderada intensidad, con el fin de determinar su efectividad como bebida rehidratante, al ser contrastada con una bebida deportiva isotónica.

El tipo de ejercicio y las condiciones ambientales recreadas en este estudio, exponían a los sujetos a sufrir importantes niveles de deshidratación (Sawka y cols., 2007), pudiendo afectar el desempeño e incluso poner en riesgo la salud del deportista (Gonzales-Alonso y cols., 2000; Montain, 2008; Jiménez y cols., 2009). Para evitar esta situación tal como lo recomienda la ACSM, se diseñó una pauta de rehidratación basada en numerosas evidencias científicas (Hew-Butler y cols., 2006; Sawka y cols., 2007; Palacios y cols., 2008; Jiménez y cols., 2009) cuyo objetivo primario era aportar una carga hídrica ideal que evitara una deshidratación por sobre el 2% del peso corporal, ya que sobre este nivel no solo comienza a verse afectado el rendimiento deportivo, particularmente en referencia al

ejercicio aeróbico (Sawka & Coyle, 1999; Chevront y cols., 2003; Sawka y cols., 2007), sino también la velocidad y eficacia del proceso de recuperación. Tras la pauta de rehidratación a base de bebida deportiva, se observó una disminución estadísticamente significativa del peso corporal, aunque no superior al 2%, lo que viene a apoyar lo mencionado por otros autores (Palacios y cols., 2008), los cuales establecen que el objetivo principal de las bebidas de reposición es la mantención del equilibrio hidromineral, al facilitar la absorción y asimilación de agua, ayudando a retener los fluidos aportados. Estos resultados fueron equivalentes a los conseguidos tras la ingesta de cerveza sin alcohol, Lo que significa que en ambos protocolos de ejercicio existió una baja sobrecarga fisiológica (Sawka y cols., 2007; Montain, 2008; Jiménez y cols., 2009). Por otro lado, no hay que ignorar que la baja temperatura de las bebidas también contribuyen a mantener el equilibrio hídrico (Jiménez y cols., 2009).

Con respecto al metabolismo energético, ambas bebidas en estudio poseían concentraciones de carbohidratos dentro del estrecho rango ideal de una bebida deportiva para mantener la intensidad del ejercicio, establecido por diferentes autores (Burke, 2001; Gonzalez-Gross, 2001;

Palacios y cols., 2008; Jiménez y cols., 2009). Sin embargo, a pesar de que el tipo de azúcares o bien, su composición molecular diferían entre una bebida y la otra (Sendra & Carbonell, 1998), los resultados obtenidos tras la ingesta de las bebidas fueron similares, en ambos casos la variable glucosa aumentó significativamente, y tal aumento fue equivalente entre ambas pautas de rehidratación. El nivel alcanzado de glucosa en sangre tras la rehidratación con cerveza sin alcohol, es probable que se haya obtenido gracias a la composición de maltodextrinas, tipo de carbohidrato más abundante en esta bebida, los cuales se metabolizan lentamente liberando unidades de glucosa que pasan progresivamente a la sangre desde el intestino, dando lugar a un peak de glucemia menos elevado pero más prolongado durante el tiempo (Sendra & Carbonell, 1998). Esto permitiría al deportista tolerar de mejor manera el esfuerzo y mejorar el rendimiento durante la práctica deportiva (López y Fernández, 2006).

En cuanto a los electrolitos, sodio y el cloro mantuvieron niveles plasmáticos estadísticamente equivalentes, lo que pone de manifiesto su correcta regulación tras la ingesta de ambas bebidas. A pesar de que las pérdidas del ion sodio por el propio sudor han podido ser importante

(Jiménez y cols., 2009), el equilibrio hidromineral, se tradujo en pérdidas hídricas por debajo del 2% del peso corporal, cuestión que responde al objetivo de las bebidas de reposición y la adición de electrolitos en sus formulaciones (Williams y cols., 2003; Lee y cols., 2011). Cabe mencionar, que estos resultados pueden deberse en una mayor o menor medida a los mecanismos fisiológicos de ahorro de sodio, en particular de la aldosterona (Guyton & Hall, 2006), a la buena condición física de los sujetos y a la fase de aclimatación, que si bien puede ser discutible, puede haberse alcanzado no solo en el laboratorio, minutos previo al ejercicio, sino que también, al realizar ejercicios frecuentemente en ambiente caluroso (Reilly & Brooks, 1986). En este sentido, es preciso indicar que los sujetos realizan actividad física habitualmente en espacios abiertos, y el periodo en el cual se llevó a cabo este estudio fue al final de los meses de primavera y entrada del verano.

A pesar de que la concentración de sodio que presenta la cerveza sin alcohol difiera de la que contiene la bebida deportiva utilizadas en este estudio (9 y 50 mg/100ml respectivamente), llama la atención que, tras la rehidratación con ambas bebidas se obtuviera un comportamiento

significativamente similar en cuanto a las concentraciones plasmáticas de este electrolito. Esto se puede explicar debido a que, tal y como lo señala (Gisolfi, 1996), el intestino contiene suficiente sodio procedente de las secreciones corporales, como para que la adición de sodio a las soluciones de rehidratación no parece proporcionar un beneficio complementario. Esto coincide con los resultados de otros autores, quienes no obtuvieron diferencias significativas en las concentraciones de sodio a nivel plasmático tras la rehidratación con cerveza con alcohol y la rehidratación solo con agua, tras un ejercicio extenuante (Jimenez y cols., 2009). Otra posible razón que puede explicar el comportamiento del ion sodio en este estudio, es que las bebidas hipertónicas demoran más en ser absorbidas por el intestino, que aquellas con un contenido más hipotónico (Rowlands y cols., 2011), lo que nos hace pensar en que quizás estos valores podrían variar en estudios que lleven a cabo ejercicios de duración más prolongada. De cualquier manera, la cerveza sin alcohol, aún cuando su contenido de sodio es inferior al de una bebida deportiva, permitiría mantener de forma efectiva el nivel de sodio plasmático durante un ejercicio de características similares al desarrollado en este estudio y al mismo tiempo evitar posibles perjuicios en la salud a causa de un exceso de sodio.

Por otra parte, se aprecia un significativo descenso de los niveles de potasio en sangre luego de haber ingerido ambas bebidas, tal descenso, comparando una bebida y otra, no presento diferencias significativas. Estos resultados pueden haberse debido, por una parte, a la importante pérdida que se supone por el sudor como tal (Sawka y cols., 2007), y por otro lado, a la excreción a distintos niveles de este electrolito, mediada por el efecto de la aldosterona (Stachenfeld, 1996; Guyton & Hall, 2006). Ahora, cabe mencionar que, si bien hubo pérdidas significativas, esta disminución no se escapa de los rangos normales de este ion esperados en el plasma: 3.5-5 mEq/l (Jiménez y cols., 2009).

Los resultados obtenidos durante el análisis temporal de las variables: percepción subjetiva de esfuerzo de Borg y percepción subjetiva de sed, tras ambas pautas de rehidratación, no presentaron diferencias significativas en los tiempos donde se midieron estas variables a lo largo de la prueba. Destacando que durante el desarrollo de ambas pruebas los sujetos presentaron bajos niveles de sed, con rangos de valor cuantitativo entre 1.1 ± 0.32 y 2.3 ± 1.49 (valor 1: no tengo sed, valor 3: tengo algo de sed) incluso luego de perder una gran cantidad de líquido a través del

sudor, lo que reafirma lo mencionado por otros autores (Mora & Terrados en año 2004 y Jiménez y cols., 2009).

Los hallazgos obtenidos en este estudio demuestran que la cerveza sin alcohol al poseer un comportamiento similar a la bebida deportiva, puede ser considerada como una bebida de rehidratación idónea para las características de este estudio, reforzando lo señalado por distintos autores (Piendl y cols., 1996; Martínez y cols., 2001; Bassus y cols., 2004; Jiménez y cols., 2009), (Maughan & Shirreffs, 1997; Sendra & Carbonell, 1999; Shirreffs & Maughan, 2000; Burke, 2001; Gonzalez-Gross y cols., 2001; Sawka y cols., 2007; Jiménez y cols., 2009).

Cabe destacar, que estos resultados de ninguna manera son extrapolables a la cerveza con alcohol, ya que si bien las investigaciones han demostrado que la cerveza sin alcohol, desde el punto de vista de la osmolaridad, posee un comportamiento similar a las bebidas deportivas (Piendl y cols., 1996), las cervezas con contenido alcohólico presentan un comportamiento hipertónico (Sendra & Carbonell, 1999). Además que es bien sabido, que el alcohol, en general, tiene un efecto diurético debido a la

inhibición de la hormona antidiurética (ADH), originando un incremento en la producción de orina al poco tiempo de su ingesta (Guyton & Hall, 2006). Aunque de igual forma, consideramos necesario realizar nuevos estudios al respecto.

12. CONCLUSIÓN

La cerveza sin alcohol demostró ser tan efectiva como una bebida deportiva isotónica para la rehidratación, durante el ejercicio aeróbico de moderada intensidad bajo condiciones estivales recreadas de temperatura y humedad en sujetos jóvenes, sanos y entrenados.

Por lo tanto, es de esperar que la cerveza sin alcohol como bebida rehidratante y bajo las condiciones en las cuales se llevó a cabo este estudio, que pretendió reproducir lo que suele ser una práctica deportiva habitual en épocas estivales, se comporte de forma similar a una bebida deportiva.

Esto nos motiva a ampliar el campo de estudio con respecto a nuevas e innovadoras estrategias de rehidratación, donde por ejemplo, se considere un mayor número muestral para probar este u otro protocolo de rehidratación en similares características. Que involucre otras variables como las concentraciones plasmáticas de elementos que participan en el metabolismo hídrico, parámetros endocrino-metabólicos, inmuno-

inflamatorios y psico-cognitivos. También es necesario disponer de un mayor intervalo de tiempo entre las pruebas y de un mayor número de materiales que permita simultaneidad horaria en la realización de éstas. Otras limitaciones que tiene este estudio es que se haya aplicado solo a varones y en ausencia de un control fiable del cumplimiento de las condiciones previas al protocolo de ejercicio.

A la luz de los resultados obtenidos en este trabajo, cabe plantearse la posibilidad de desarrollar nuevos proyectos de investigación en alianza con instituciones interesadas en profundizar el estudio de las cualidades de la cerveza sin alcohol asociadas al campo deportivo.

13. BIBLIOGRAFÍA

American College of Sports Medicine (2010). Guidelines for Exercise Testing and Prescription (8^a edition, pp. 152-182, 207-224). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Armstrong LE, & Epstein Y (1999). Fluid-electrolyte balance during labor and exercise: concepts and misconceptions. *Int J Sport Nutr*, 9(1), 1-12.

Barbany JR (2002). Alimentación para el deporte y la salud. Barcelona, Ed. Martínez Roca.

Bassus S, Mahnel R, Scholz T, Wegert W, Westrup D & Kirchmaier CM (2004). Effect of dealcoholized beer (Bitburger Drive) consumption on hemostasis in humans. *Alcohol Clin Exp Res*, 28(5), 786-791.

Bergeron M, Armstrong L & Maresh C (1995). Fluid and electrolyte losses during tennis in the heat. *Clin. Sports. Med.*, Enero, 14.

Bergeron MF. (2003). Heat cramps: fluid and electrolyte challenges during tennis in the heat. *J Sci Med Sport*, 6(1), 19-27.

Brisswalter J, Collardeau M & Rene A (2002). Effects of acute physical exercise characteristics on cognitive performance. *Sports Med*, 32(9), 555-566.

Brouns F (1991). Heat--sweat--dehydration--rehydration: a praxis oriented approach. *J Sports Sci*, 9 Spec No, 143-152.

Burke LM (2001). Nutritional needs for exercise in the heat. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol*, 128(4), 735-748.

Compañía de Cervecerías Unidas. Revista EnCCUentro, enero 2009. Disponible en: <http://www.ccu.cl/wp/wp-content/uploads/2011/04/EnCCUentro_ene_2009.pdf>

Costill D (1990). Gastric emptying of fluids during exercise. In *Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine. Fluid Homeostasis During Exercise*. Eds. C.Gisolfi & D.Lamb. Indianapolis., IN: Benchmark

Coyle E (2000). Reemplazo de fluidos y carbohidratos durante el ejercicio: ¿Cuánto y por qué?. *PubliCE Estándar*. 16/2000. Pid:94.

Cheung SS, McLellan TM & Tenaglia S (2000). The thermophysiology of uncompensable heat stress, Physiological manipulation and individual characteristics. *Sports Med*, 29, 329 - 359..

Cheuvront SN, Carter R, 3rd & Sawka MN (2003). Fluid balance and endurance exercise performance. *Curr Sports Med Rep*, 2(4), 202-208.

Cheuvront SN, Carter R, 3rd, Montain SJ & Sawka MN (2004). Daily body mass variability and stability in active men undergoing exercise-heat stress. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 14(5), 532-540.

Dainese R, Serra J & Azpiroz F (2003) Influence of body posture on intestinal transit of gas. *Gut* 2003;52:971-4

Denke MA (2000). Nutritional and health benefits of beer. *Am J Med Sci*, 320(5), 320-326.

Donato F, Assanelli D, Marconi M, Corsini C, Rosa G & Monarca S (1994). Alcohol consumption among high school students and young athletes in north Italy. *Rev Epidemiol Sante Publique*, 42(3), 198-206.

Downey D & Seagrave RC (2000). Mathematical modeling of the human body during water replacement and dehydration: body water changes. *Ann Biomed Eng*, 28(3), 278-290.

Epstein Y, Moran DS, Shapiro Y, Sohar E & Shemer J. (1999). Exertional heat stroke: a case series. *Med Sci Sports Exerc*, 31(2), 224-228.

Gagnon D, Jay O & Kenny GP. (2012). The evaporative requirement for heat balance determines whole-body sweat rate during exercise under conditions permitting full evaporation. *J Physiol*.

Gisolfi CW & Duchman SM (1992). Guidelines for optimal replacement beverages for different athletic events. *Med.Sci.Sports.Exerc.* 24 (6): 679 – 87

Gisolfi C (1996). Fluid balance for optimal performance. *Nutrition Reviews*.54 : S159 – 168

Gonzalez-Alonso J, Heaps CL & Coyle EF (1992). Rehydration after exercise with common beverages and water. *Int J Sports Med*, 13(5), 399-406.

Gonzalez-Gross M, Gutierrez A, Mesa JL, Ruiz-Ruiz J, & Castillo MJ. (2001). Nutrition in the sport practice: adaptation of the food guide pyramid to the characteristics of athletes diet. *Arch Latinoam Nutr*, 51(4), 321-331.

Grego F, Vallier JM, Collardeau M, Rousseu C, Cremieux J & Brisswalter J (2005). Influence of exercise duration and hydration status on cognitive function during prolonged cycling exercise. *Int J Sports Med*, 26(1), 27-33.

Guyton AC & Hall JE. (2006). *Tratado de Fisiología Médica*, 11ª edición. Ed. McGraw-Hill, Interamericana.

Grandjean AC, & Grandjean NR (2007). Dehydration and cognitive performance. *J Am Coll Nutr*, 26(5 Suppl), 549S-554S.

Hew-Butler T, Verbalis JG & Noakes TD. (2006). Updated fluids recommendation: position statement from the International Marathon Medical Directors Association (IMMDA). *Clin J Sport Med* ;16:283-92.

Instituto Nacional de Deportes. Encuesta Nacional de Hábitos de Actividad Física y Deportes 2012. Estudios e investigación del IND 2012, <http://www.ind.cl/estudios-e-investigacion/encuesta-actividad-fisica-2012/Paginas/encuesta-2012.aspx>

Jiménez D, Cervantes M, Castillo M, Romeo J, Marcos A, (2009). Idoneidad de la cerveza en la recuperación del metabolismo de los deportistas. Sociedad Española de dietética y ciencia de la alimentación (SEDCA).

Leiper JB, Broad NP & Maughan RJ (2001). Effect of intermittent high-intensity exercise on gastric emptying in man. *Med Sci Sports Exerc*, 33(8), 1270-1278.

Lee JK, Amanda Q, Wee Hon A, Lydia L & Chin L. (2011). Effects of ingesting a sports drink during exercise and recovery on subsequent endurance capacity, *European Journal of Sport Science*, 11: 2, 77.

Lieberman HR (2007). Hydration and cognition: a critical review and recommendations for future research. *J Am Coll Nutr*, 26(5 Suppl), 555S-561S.

López J & Fernández A. (2006). *Fisiología del ejercicio*, 3ª edición. Ed. médica Panamericana.

Manore M & Thompson J (2000). *Sport nutrition for health and performance*. Human Kinetics.

Makranz C, Heled Y, Shapiro Y, Epstein Y & Moran DS. (2012). Fluid and sodium balance during exercise—standpoint. *Harefuah*;151(2):107-10, 126.

Martínez A, López F, Luque A. & Mulero F (2005). Factores que influyen sobre el vaciado gástrico de bebidas deportivas durante el ejercicio. *AMD Volumen XXII - N.º 108- 2005* Págs. 303-310.

Martínez J, Villarino A & Cobo J (2001). *Cerveza sin alcohol. Sus propiedades*. Sociedad Española de dietética y ciencia de la alimentación (SEDCA).

Maughan R & Noakes T (1991). Fluid replacement and exercise stress. A brief review of studies on fluid replacement and some guidelines for the athlete. Sports Medicine. Julio,12. Auckland (NZ).

Maughan R, Leiper J & Shirreffs S (1997). Factors influencing the restoration of fluid and electrolyte balance after exercise in the heat. Br Journal of Sports Med. Septiembre, 31.

Maughan RJ, Shirreffs SM, Merson SJ & Horswill CA (2005). Fluid and electrolyte balance in elite male football (soccer) players training in a cool environment. J Sports Sci, 23(1), 73-79.

Maughan RJ, Shirreffs SM & Watson P (2007). Exercise, heat, hydration and the brain. J Am Coll Nutr, 26(5 Suppl), 604S-612S.

McArdle WD, Katch FI & Katch VL (2000). Essentials of exercise physiology (2nd Ed.).Lippincott Williams & Wilkins.

McArdle WD, Katch FI & Katch VL. (2004). Fundamentos de fisiología del ejercicio, 2ª edición. Ed. McGraw Hill.

Montain SJ. (2008). Hydration recommendations for sport. Curr Sports Med Rep, 7(4), 187-192.

Mora R & Terrados N (2004). Medios y métodos de recuperación del equilibrio hídrico. En “La recuperación de la fatiga del deportista”. Terrados y cols. Ed. Gymnos.

Noakes TD (1993). Fluid replacement during exercise. *Exerc. Sport. Sci. Rev.* 21 : 297 – 300.

O'Brien CP & Lyons F (2000). Alcohol and the athlete. *Sports Med*, 29(5), 295-300.

Organización mundial de la salud. Centro de prensa: Obesidad y sobrepeso, mayo 2012. Disponible en: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>>

Palacios N, Franco Bonafonte L, Manonelles P, Manuz B, & Villegas García JA (2008). Consenso sobre bebidas para el deportista. Composición y pautas de reposición de líquidos.

Péronnet F, Thibault G, Ledoux M, Brisson GR & Le maratón (1991). *Équilibre énergétique, alimentation et entraînement du coureur sur route*. Ed. Décarie et Vigot, Québec.

Piendl A, Schuster C, Jawansky A, Roesch J, Ulrich P, Stueckle H, Dielentheis L & Habermeier J (1996). Osmotic pressure of sports drinks and non-alcoholic beers. *Brauwelt International*, 14, 242-247.

Piñeiro S, Martínez JE, Alemparte Pardavila & Rodríguez J (2004). Golpe de calor. *UCI. Servicio de medicina interna, Hospital Montecelo, Pontevedra*.16:116-125.

Rehrer N (1993). Effects of electrolytes in carbohydrate beverages on gastric emptying and secretion. *Med.Sci.Sports.Exerc.* 25:42–51

Reilly T, Brooks GA (1986). Exercise and the circadian variation in body temperature measures. *Int. J. Sports Med.* 7: 358

Rowlands DS, Bonetti DL & Hopkins WG (2011). Unilateral fluid absorption and effects on peak power after ingestion of commercially available hypotonic, isotonic, and hypertonic sports drinks. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* Dec;21(6):480-91.

Sawka M, Wenger C & Pandolf K. (1996). Thermoregulatory responses to acute exercise – heat stress and heat acclimation. In: *Handbook of Physiology, Section 4: Environmental Physiology*, Blatteis C and Fregly. New York: Oxford University Press for the American Physiological Society, 157-186.

Sawka MN & Young AJ (2005). Physiological Systems and Their Responses to Conditions of Heat and Cold. In: *ACSM's Advanced Exercise Physiology* CM, Tipton MN, Sawka CA. Tate, and R.L. Terjung. Baltimore MD: Lippincott, Williams & Wilkins, 535-563.

Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, Maughan RJ, Montain SJ & Stachenfeld NS (2007). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc*, 39(2), 377-390.

Sendra JM, & Carbonell JV. (1999). Evaluación de las propiedades nutritivas, funcionales y sanitarias de la cerveza, en comparación con otras bebidas. Madrid: Centro de Información Cerveza y Salud, 1ª edición.

Shirreffs SM (2000). Markers of hydration status. *J Sports Med Phys Fitness*, 40(1), 80-84.

Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación (SEDCA). El libro blanco de la hidratación (2006). Disponible en <http://api.ning.com/files/C1IyeAOb1wbAT3uBDloLnJhcgxA4wMsP0me7a0BbD646bepAuuCJodeb2hvs606cA7nN0pNUSzqzUmOmy422*PGE47fr7/Elibroblancodelahidratacion.pdf>

Sparling PB & Millard-Stafford M. (1999). Keeping sports participants safe in hot weather. *The Physic Sports Med*. 27(7).

Stachenfeld N, Gleim G, Zabetakis P & Nicholas J. (1996). Fluid balance and renal response following dehydrating exercise in well-trained men and women. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 72(5-6), 468-477.

Sulzer NU, Schweltnus MP, & Noakes TD (2005). Serum electrolytes in Ironman triathletes with exercise-associated muscle cramping. *Med Sci Sports Exerc*, 37(7), 1081-1085.

Tomporowski PD (2003). Effects of acute bouts of exercise on cognition. *Acta Psychol (Amst)*, 112(3), 297-324.

Tomporowski PD, Beasman K, Ganio MS & Cureton K (2007). Effects of dehydration and fluid ingestion on cognition. *Int J Sports Med*, 28(10), 891-896.

Wald N, & Leshem M. (2003). Salt conditions a flavor preference or aversion after exercise depending on NaCl dose and sweat loss. *Appetite*, 40(3), 277-284.

Watten RG (1995). Sports, physical exercise and use of alcohol. *Scand J Med Sci Sports*, 5(6), 364-368.

Wilmore JH & Costill D. (2004). *Fisiología del esfuerzo y deporte*, 5ª edición. Ed. Paidotribo.

Williams M, Raven P, Fogt D & Ivy J. (2003). Effects of recovery beverages on glycogen restoration and endurance exercise performance. *J Strength Cond Res*, 17(1), 12-19.

Zetou E, Giatsis G, Mountaki F & Komninakidou A. (2007). Body weight changes and voluntary fluid intakes of beach volleyball players during an official tournament. *J Sci Med Sport*, 11(2), 139-145.

14. ANEXOS

Anexo 1. Carta de aprobación del Representante del Comité de Ética



El suscrito, representante del Comité de Ética de la Carrera de Kinesiología perteneciente a la Facultad de Medicina, informa a usted que la investigación:

“Efecto Rehidratante de la cerveza sin alcohol durante un ejercicio aeróbico de moderada intensidad bajo condiciones estivales recreadas de temperatura y humedad, en sujetos sanos y entrenados” de los alumnos tesistas Anuschka Geraldo Sepúlveda y Juan Pablo Gómez García, se ajusta al marco ético de las investigaciones con seres humanos y animales.

Valparaíso, 18 de octubre de 2012.

A handwritten signature in blue ink, which appears to read "Daniel Ciudad Antognini".

Daniel Ciudad Antognini
Kinesiólogo PhD.

Representante Comité de Ética Facultad de Medicina
Carrera de Kinesiología – Universidad de Valparaíso

Anexo 2. Consentimiento Informado.



CONSENTIMIENTO INFORMADO

EFFECTO REHIDRATANTE DE LA CERVEZA SIN ALCOHOL DURANTE UN EJERCICIO AERÓBICO DE MODERADA INTENSIDAD BAJO CONDICIONES ESTIVALES RECREADAS DE TEMPERATURA Y HUMEDAD, EN SUJETOS SANOS Y ENTRENADOS.

Investigador responsable: Anuschka Geraldo Sepúlveda, Juan Pablo Gómez García.

Director del proyecto: Kigo. Andrés Orellana Uribe PhD

Teléfono de contacto: (032) 2995577 – (032) 2995569

Institución: Carrera de Kinesiología, Facultad de Medicina, Universidad de Valparaíso.

El presente consentimiento puede contener palabras que usted no comprenda, por lo que se deja de manifiesto la total voluntad a responder cualquier tipo de duda o inquietud que surja dentro de todo este proceso, por parte de los investigadores. Este documento debe ser devuelto con la firma de la persona seleccionada para participar en el estudio.

I- INTRODUCCIÓN:

Usted ha sido invitado a participar en un estudio de investigación. Antes de que decida participar, por favor lea este consentimiento cuidadosamente. Haga todas las preguntas que tenga, para asegurarse de que entienda los procedimientos del estudio, incluyendo los riesgos y los beneficios.

II- PROPÓSITO DEL ESTUDIO:

El estudio al cual usted accederá voluntariamente a participar, tiene como finalidad establecer las consecuencias y efectos de la ingesta de cerveza sin alcohol versus una bebida deportiva en la rehidratación, durante un ejercicio aeróbico realizado en tapiz rodante, de una hora de duración y de intensidad moderada (es decir al 70 % de su consumo de oxígeno máximo, previamente calculado) en condiciones ambientales estivales recreadas de temperatura y humedad, en hombres sanos y habituados al deporte.

III- PARTICIPANTES DEL ESTUDIO:

Se seleccionarán 10 hombres sanos, en un rango de edad entre 18 y 21 años, y que realicen habitualmente actividad física. Una vez definidos los 10 sujetos que participarán, se les aplicará un protocolo de rehidratación con cerveza sin alcohol y bebida deportiva durante un ejercicio aeróbico de moderada intensidad.

IV- PROCEDIMIENTOS:

En una primera instancia usted será sometido a una prueba de esfuerzo para calcular su consumo máximo de oxígeno y así poder establecer los niveles de intensidad individual. Posteriormente será sometido a dos pruebas idénticas separadas por un intervalo de tiempo de tres días. La prueba física consiste en trotar ambos días durante una hora en una tapiz rodante (treadmill) a una temperatura ambiental de 30 a 33 °C y una humedad del 60% a una intensidad previamente establecida de 70 % de su VO₂max. En una de las pruebas usted será rehidratado con 540 ml de cerveza sin alcohol y en la otra prueba será rehidratado con 540 ml de bebida rehidratante deportiva. Tales bebidas se administrarán 180 ml cada 20 minutos después de haberse iniciado la prueba. Previo a iniciar el ejercicio, se procederá a tomar una muestra sanguínea de 4 ml, durante el ejercicio se monitorizará la frecuencia cardíaca, la percepción de la fatiga a través de la Escala de Borg y la percepción de la sed a través de la Escala subjetiva de percepción de sed. Una vez finalizada la prueba se volverá a tomar una segunda muestra sanguínea de 4 ml.

Todo el procedimiento será monitorizado por un equipo profesional que consta de Kinesiólogo, Auxiliar paramédico y estudiantes de Kinesiología de último año.

V-RIESGOS O INCOMODIDADES:

Al realizar los ejercicios usted podría sentir cansancio o molestia física menores, en especial a nivel de la musculatura de extremidades inferiores, ello producto especialmente debido a la fatiga natural de ejercicio. Existirá una supervisión de profesionales del área de la salud, en toda la ejecución del trabajo.

VI- BENEFICIOS:

Si bien no existe un beneficio directo hacia su persona, usted estará colaborando en un estudio científico, el cual puede forjar una nueva forma efectiva de rehidratación frente a la realización de ejercicios de características similares al abordado en esta investigación.

VII- COSTOS:

No existe costo adicional para los participantes.

VIII- INCENTIVO PARA EL PARTICIPANTE:

A usted, no se le pagará por ser parte de este estudio. Sin embargo, se le entregará un certificado de participación. Se incluirán los agradecimientos pertinentes hacia su persona y a la institución de donde proviene.

IX- PRIVACIDAD Y CONFIDENCIALIDAD

Toda la información que sea obtenida, será trabajada de forma totalmente confidencial y sólo será utilizada para efectos de la investigación, por lo que no se revelará la identidad de ningún participante. Una prueba de ello, es que podrá obtener una copia del trabajo ejecutado.

Los resultados de esta investigación pueden ser publicados, pero su identidad no será divulgada. Si usted cancela esta autorización, no se usará su información personal ni de su salud para este estudio. La autorización para el uso y el acceso de la información para los propósitos de la investigación es totalmente voluntaria. Sin embargo, de no firmar este documento usted no podrá participar en este estudio. Si en el futuro usted cancela esta autorización, no podrá continuar participando en este estudio.

X- PARTICIPACIÓN Y RETIRO VOLUNTARIOS:

La participación en este estudio es voluntaria. Usted puede decidir no participar o retirarse del estudio en cualquier momento. Su decisión no resultará en ninguna penalidad o pérdida de beneficios para los cuales tenga derecho. De ser necesario, su participación en este estudio puede ser detenida en cualquier momento por los investigadores a cargo.

XI- PREGUNTAS:

Si tiene alguna pregunta sobre este estudio o sobre su participación en el mismo, o si piensa que ha sufrido alguna lesión asociada a los ejercicios realizados, usted puede contactar al director de la investigación o a cualquiera de los co-investigadores.

No firme este consentimiento a menos que usted haya tenido la oportunidad de hacer preguntas y recibir contestaciones satisfactorias para todas sus preguntas. Si usted firma aceptando participar en este estudio, recibirá una copia firmada, con la fecha en que firmo este consentimiento.

XII- CONSENTIMIENTO INFORMADO:

El estudio "Efecto rehidratante de la cerveza sin alcohol durante un ejercicio aeróbico de moderada intensidad bajo condiciones estivales recreadas de temperatura y humedad, en sujetos sanos y entrenados". Me ha sido explicado y he leído y entendido la información que se me ha proporcionado.

Conforme a lo anterior, estoy de acuerdo en participar en este estudio, autorizo el uso y la divulgación de mi información de salud a las entidades antes mencionadas en este consentimiento para los propósitos descritos anteriormente.

Al firmar esta hoja de consentimiento, no se ha renunciado a ninguno de los derechos legales, con la potestad de poder retirarse del mismo en el momento que estime conveniente.

Yo, _____ Rut _____, doy mi libre autorización para participar en este estudio.

Firma:

Yo, _____ Rut _____, he explicado cuidadosamente la naturaleza, procedimientos y eventuales riesgos del estudio a la persona mencionada anteriormente y he sido testigo de que se ha completado el documento de consentimiento informado.

Cargo e Institución: _____

Firma:

Fecha: _____
(Día- Mes-Año)

Anexo 3: Escala de Esfuerzo Percibido de Borg

Percepción Subjetiva del Esfuerzo Escala de Borg	
Valor	Denominación
6	Muy, muy leve
7	
8	
9	Muy leve
10	Bastante leve
11	
12	
13	Más bien duro
14	Duro
15	
16	
17	Muy duro
18	Muy, muy duro
19	
20	

Anexo 4: Escala de Percepción de sed

Percepción subjetiva de la sensación de sed	
Escala numérica	Escala cualitativa
1	No tengo Sed
2	
3	Tengo algo de sed
4	
5	Tengo sed
6	Tengo mucha sed
7	
8	
9	Tengo muchísima sed
10	

Anexo 5: Relación entre % de VO2 máximo y % de Frecuencia Cardíaca (López & Fernández, 2006)

Relación entre % de VO2 máximo y % de Frecuencia Cardíaca		
% FC máxima teórica	VO2máx	% Formula de Karvonen
50%	28%	28%
60%	42%	42%
70%	56%	56%
80%	70%	70%
90%	83%	83%
100%	100%	100%

Anexo 6. Clasificación de la intensidad del ejercicio basada en un entrenamiento de resistencia de 20 a 60 minutos de duración (Wilmore & Pollock, 1990)

FC máx	Intensidad relativa (%)	Índice del esfuerzo percibido	Clasificación de la intensidad
< 30%	< 30%	<10	Muy ligera
35-59%	30-49%	10-11	Ligera
60-79%	50-74%	12-13	Moderada
80-89%	75-84%	14-16	Alta
≥ 90%	≥85%	> 16	Muy alta

Intensidad relativa (%): VO2máx, o reserva de la FCmáx.